

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Vliv stárlého dřeva na změny vybraných
vlastností interiérových nátěrových systémů**

Diplomová práce

Bc. Jan Frič

Dřevařské inženýrství

doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv stárleho dřeva na změny vybraných vlastností interiérových nátěrových systémů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 6. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především panu docentovi Ing. Miloši Pánkovi, PhD. za veškerou energii, trpělivost a důveru při velmi kvalitním vedení této práce. Také děkuji celé mé rodině, přítelkyni a přátelům za jejich podporu a za část jejich času, který jsem vyměnil za studium, zakončené touto prací. Děkuji Galerii 22 za poskytnutí podkladového materiálu starých vzorků a za jejich cenné rady a předané zkušenosti během práce u nich. Děkuji také Michalu Illnerovi a Czech König za poskytnuté nátěrové hmoty.

Vliv stárlého dřeva na změny vybraných vlastností interiérových nátěrových systémů

Abstrakt

Závěrečná práce má za cíl vyhodnotit vlastnosti interiérových nátěrů: barevné změny, změny lesku, změny přilnavosti, změny tvrdosti a odolávání studené vodě. Tyto vlastnosti porovnává na transparentních interiérových nátěrových systémech s šelakovou politurou, olejem z vlašských ořechů, voskem na bázi včelího a carnaubského vosku. Jako podklad byly zvoleny řeziva sady smrku ztepilého *Picea Abies* starého 100–200 let a sady řeziva nového smrku. Pro porovnání je využito umělé stárnutí v xenotestu. Výsledky jsou hodnoceny na základě vypracované literární rešerše a dohledaných výsledků jiných autorů.

Dále jsou pro testování využity modifikované normy ČSN 67 3075 pro změnu tvrdosti, ČSN EN ISO 2409 pro přilnavost a ČSN EN 12720+A1 pro působení studených kapalin.

Jak bylo předpokládáno, novější vzorky jevily po umělém stárnutí výrazně menší barevné změny ve všech nátěrových variantách než bez nich. Také se potvrdilo že u starých vzorků jsou změny barvy daleko menší z už dříve získaného zestárlého povrchu. Šelak dokáže vzorky ochránit lépe než olej a vosk z důvodu silnějšího filmu. Po působení studené vody šelak působí i menší barevné změny než olej a vosk, ale po subjektivním vyhodnocení zjišťujeme, že je i tak málo odolný proti dlouhodobé expozici vody a šedne, bělá. Také lesk podle očekávání klesal po umělém zestárnutí i působení vody. Výjimkou tvořil šelak z xenotestu, u kterého se hodnoty nesnižovaly a zde pokles lesku nepotvrdil. Žádná sada nebyla schopná obstát ani v nejnižším stupni v testu tvrdosti. Přilnavost nátěrů klesala po umělém zestárnutí a nejhorších hodnot zde nabyl šelak.

Klíčová slova: stárlé dřevo, restaurování, nátěry, trvanlivost, umělé stárnutí

Influence of aged wood on selected properties of interior coating systems

Abstract

The thesis aims to evaluate the properties of interior coating: color changes, changes in gloss, changes in adhesion, changes in hardness and resistance to cold water. It compares these properties on transparent interior coating systems with shellac polish, walnut oil, beeswax and carnauba wax based wax. A lumber of 100-200-year-old *Picea abies* spruce set and a new spruce lumber set were chosen as the basis. Artificial aging in a xenotest is used for comparison. The results are evaluated on the basis of the prepared literature search and found results of other authors.

Furthermore, modified standards ČSN 67 3075 for hardness change, ČSN EN ISO 2409 for adhesion and ČSN EN 12720 + A1 for the action of cold liquids are used for testing.

As expected, newer samples showed significantly smaller color changes after artificial aging in all coating variants than without them. It was also confirmed that in the old samples the color changes are much smaller from the previously obtained aged surface. Shellac can protect samples better than oil and wax due to the thicker film. After the action of cold water, shellac also causes smaller color changes than oil and wax, but after a subjective evaluation, we find that it is still not very resistant to long-term exposure to water and turns gray and white. As expected, the gloss also decreased after artificial aging and the action of water. An exception was shellac from the xenotest, in which the values did not decrease and here the decrease in gloss did not confirm. No set was able to pass even the lowest grade in the hardness test. The adhesion of coatings decreased after artificial aging and shellac acquired the worst values here.

Keywords: aged wood, restoration, coating, durability, artificial aging

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíle práce	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Restaurování	10
3.2 Smrk a smrkové dřevo	10
3.2.1 Taxonomie <i>Picea</i> spp.....	10
3.2.2 Vlastnosti dřeva a dřeva smrkového	11
3.2.2.1 Buňky.....	11
3.2.2.2 Chemická kompozice.....	12
3.3 Vybrané historicky tradiční transparentní nátěry a jejich stárnutí	22
3.3.1 Oleje.....	24
3.3.2 Vosky	27
3.3.3 Šelak	29
4 Metodika	32
4.1 Zkušební tělesa	32
4.1.1 Příprava ze smrkového řeziva.....	32
4.1.2 Povrchové úpravy těles	35
4.1.2.1 Referenční vzorky.....	37
4.1.2.2 Aplikace oleje.....	37
4.1.2.3 Aplikace vosku.....	38
4.1.2.4 Aplikace šelakové politury	39
4.2 Metodika testování, přístroje, měřidla, nástroje a pomůcky	41
4.2.1 Umělé stárnutí dle ČSN EN 15187.....	42
4.2.2 Změna tvrdosti dle ČSN 67 3075	49

4.2.3	Přilnavost nátěru dle ČSN EN ISO 2409	50
4.2.4	Působení studených kapalin dle ČSN EN 12720+A1	52
5	Výsledky testování	54
5.1	Stárnutí	54
5.2	Působení studené vody.....	61
5.3	Přilnavost	63
5.4	Tvrдость.....	64
5.5	Komplexní porovnání výsledků	64
6	Diskuze	68
7	Závěry	70
8	Seznam literatury a ostatních použitých zdrojů.....	71
9	Seznam tabulek, obrázků, grafů	75
10	Seznam příloh	78
11	Přílohy	80

1 Úvod

Téma práce pomáhá řešit možné problémy výběru správného historického nátěru ať již k opravám, nebo přímo pro restaurování historických kusů nábytku, nebo jiných dřevěných prvků. Výsledky porovnává na v Česku nejběžnější dostupné, dobře opracovatelné dřevině smrku ztepilém, která byla i v minulosti hojně využívána v nábytkářství. Vybrány byly ty druhy testování, kterými je možné nasimulovat přibližné dopady prostředí na hodnocený kus v interiérových podmínkách. I v dnešní moderní době, kdy se výzkumy spíše zaměřují na nové sofistikovanější nátěry si podobné experimenty zaslouží stále své místo kvůli druhům dřevěných artefaktů, které více a více stárnou, zároveň jejich počet klesá a je tak potřeba dbát na důkladnější péči při jejich restaurování, nebo konzervování.

2 Cíle práce

Vyhodnocení vybraných vlastností (barevná změna, změna lesku, přilnavost, změna tvrdosti, odolávání působení studené vody) interiérových nátěrových systémů (oleje, vosku a šelakové politury) na zestárlém dřevě a porovnat je s běžně dostupným řezivem jako podkladovou dřevinou. Pro porovnání bude použito umělé urychlené stárnutí v xenotestu.

Očekávají se rozdílné výsledky mezi novějšími a staršími vzorky, taktéž rozdíly mezi jednotlivými nátěry.

3 Literární rešerše

3.1 Restaurování

Pro potřeby sběratelství historického nábytku, které rostou z dlouhodobé popularity, a pro jeho možné znovu používání jednotlivých kusů, existují řemeslné dovednosti spojené s restaurováním starších dřevěných výrobků. Škála restaurování nábytku je velice široká, zahrnuje především exempláře používané v každodenním životě: stoly, židle, truhly a skříně. Restaurátoři musí mít v některých ohledech jiné znalosti a dovednosti, než jaké využívají truhláři. Především je to pochopení postupu, jakým byl konkrétní kus původním způsobem krok za krokem zhotoven, jak jednotlivé části drží pohromadě a z jakého materiálu se skládají. Konečnou fází restaurování představují finální úpravy. Ty jsou vyvrcholením všeho, co bylo na výrobku provedeno a pro úspěch této etapy je zvláště rozhodující pozornost a pečlivost, neboť významnou mírou rozhodují o konečném vzhledu a pojetí kusu výrobku (Vigué, 2006).

3.2 Smrk a smrkové dřevo

3.2.1 Taxonomie *Picea* spp.

Jehličnany (oddělení Pinophyta) jsou stromy nebo keře s jednoduchými listy. Navzdory jejich dominanci v mnoha suchozemských krajinách, v šesti ze sedmi kontinentů tvoří 670 druhů existujících jehličnanů. To je méně než 0,3% druhové rozmanitosti moderních rostlin. Rod smrk patří do čeledi borovicovité (*Pinaceae*) spolu např. s borovicí (*Pinus*), cedrem (*Cedrus*), nebo jedlí (*Abies*) (Plomion et al., 2011).

Picea abies (L.) H.Karst. je pojmenování druhu jehličnanů rodu *Picea* A.Dietr. (smrk) čeledi borovicovité (*Pinaceae*). Linné nejprve přidal druhový přívlástek 'abies' k rodu *Pinus* (*Pinus abies* L.), což je však běžné pojmenování rodu jedle (*Abies*), nikoliv pro smrk (*Picea*), a to vedlo k mnohým zmatkům. Jako synonymum se však užívá. V roce 1881 poprvé název *Picea abies* užil George Kasrten a v roce 1824 A. Dietrich popsal a oddělil Smrk ztepilý (Norway spruce) už jako *Picea abies* od rodu *Pinus* (kam ho původně

Linné zařadil) (Tjoelker et al., 2007). Dle cizích jazyků můžeme rozlišovat Norway spruce, německy Gemeine fichte; francouzsky Épicéa commun; rusky Yel' yevropeyskaya (Farjon, 2010). Druhů rodu *Picea* je 34 a jako běžné pojmenování „Norway spruce“ ho pro druh smrku evropských lesů, *P. abies*, používají i Plomion et al. (2011). Údajně nejstarším stromem by mohl být smrk 9500 let starý, objevený ve Švédsku (Plomion et al., 2011), to však kriticky vyvrací Mackenthun (2015) a uvádí důvody, proč za nejstarší stromy považovat borovice z Velké pánve, konkrétně jedince *Pinus longaeva* D.K. Bailey starou 4 852 let (k 2020 – pozn. autora).

V Evropě je rod *Picea* reprezentován jenom dvěma druhy. Jedním široce rozšířeným (*P. abies*) a jedním úzce endemickým (*P. omorika*) vyskytujícím se na malém území Bosny a Hercegoviny (Farjon a Filer, 2013). V Centrální Evropě jsou rozeznávány dvě variety: var. *abies* a var. *acuminata*. Vyskytuje se zde i několik odlišných ekotypů v rámci druhu, které nejsou taxonomicky pojmenovány (Farjon, 2010).

3.2.2 Vlastnosti dřeva a dřeva smrkového

Dřevo smrku ztepilého je žlutavě bílé, bez zřetelného jádra a s dobře znatelnými letokruhy. Je měkké, snadno opracovatelné, dlouze vláknité, pružné a štěpné. Uplatňuje se ve stavebnictví, truhlářství, pro výrobu papíru, nástrojů, pro palivo. Surová pryskyřice poskytuje bednářskou smůlu, kalafunu a terpentýn (Hieke, 2008).

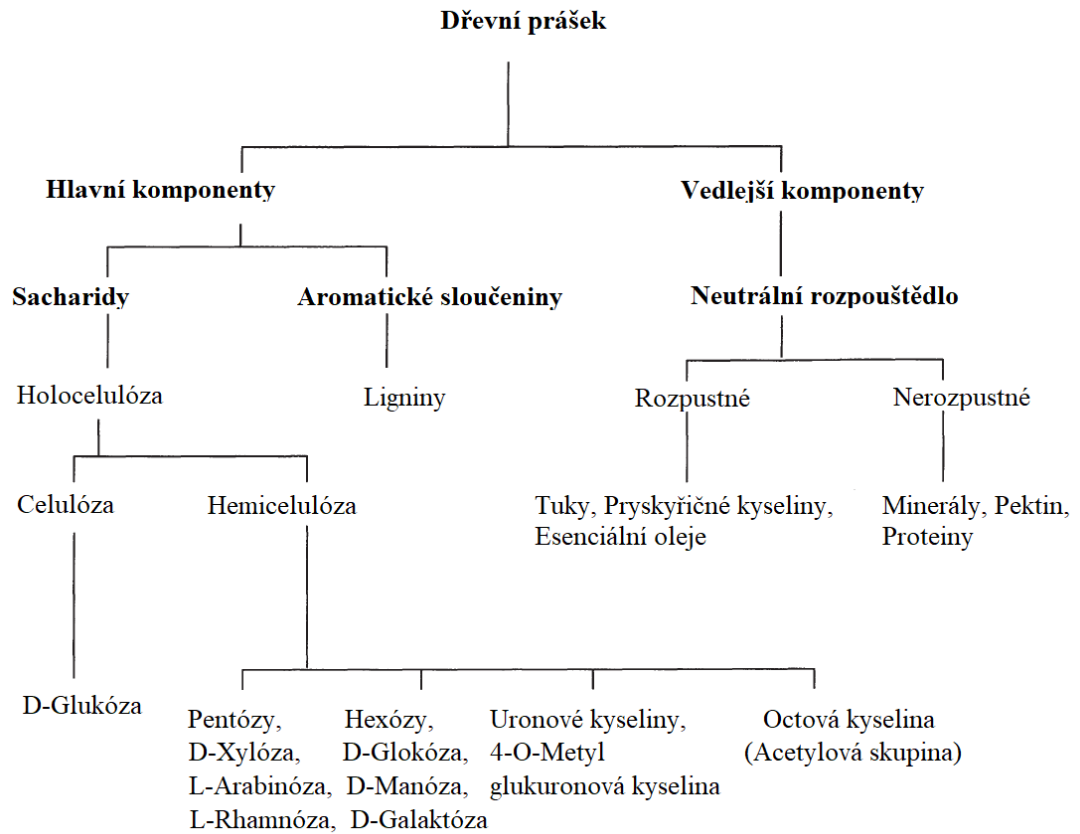
3.2.2.1 Buňky

Buňky dřeva, strukturální prvky dřevěné tkáně, mají různé velikosti a tvary a jsou mezi sebou pevně vázány. Vysušené dřevěné buňky mohou být prázdné nebo částečně vyplněné usazeninami, jako jsou gumy a pryskyřice nebo výrůstky tylóz (přirozené obranné utěsnění podélných cév). Většina dřevěných buněk je značně protáhlá a na koncích špičatá. Tyto buňky se nazývají obvykle vlákna nebo tracheidy. Délka dřevěných vláken je ve stromu a mezi druhy proměnlivá. Ty v měkkých dřevinách mají délku od 1 do 10 mm a zabírají přes 90% měkkých dřevin. Měkké dřeviny nemají cévy (tracheje), ale pro vedení mízy využívají tracheidy. Měkké i tvrdé dřeviny mají i buňky

orientované kolmo ke směru dřene (vodorovně). Těmto buňkám, které vedou, skladují a syntetizují chemické sloučeniny radiálně, se říká paprsky. Paprsky jsou 150–250 μm dlouhé. Jako především zásobárna živin působí buňky axiálního parenchymu, které jsou vedená vertikálně, ale které nejsou obsaženy ve struktuře smrku. Ve smrku jsou totiž vyvinuty struktury, běžně nazývané jako pryskyřičné kanálky, které jsou jak axiální, tak radiální. Tyto kanálky jsou spíše dutiny, nebo prostory ve dřevě a nejsou buňkami. Jsou obklopeny specializovanými parenchymatickými buňkami, které pryskyřici produkují. Jako komplex těchto buněk s pryskyřičnými kanálky je správně používat termín axiální nebo radiální komplex pryskyřičných kanálků (Rowell, 2013).

3.2.2.2 Chemická kompozice

Chemické složky dřeva je možné dělit na hlavní komponenty buněčných stěn (sacharidy, aromatické sloučeniny) a vedlejší složky extrahovatelné rozpouštědly (extrakty). První z nich, složky buněčných stěn a mezibuněčných vrstev, tvoří 90–95% dřeva vysušeného v sušárně. Extrakty se vyskytují především, s výjimkami, v buněčné dutině a ve zvláštních orgánech, jako jsou pryskyřičné kanálky a extrahují se vodou nebo organickými rozpouštědly. Množství těchto vedlejších složek se u různých druhů velmi liší a některé sloučeniny jsou omezeny pouze právě na určité druhy. Obvykle jsou obsaženy v hojném množství v tropickém dřevě (Higuchi, 1997).



Obrázek 1: Chemické rozdělení dřevních komponentů ve dřevě (Higuchi 1997)

Procentuální zastoupení uvádějí například Unger et al. (2001) a rozdělují složení také dle jednotlivého zastoupení prvků ve spalitelném podílu a popelovinách:

Tabulka 1: Zastoupení chemických komponent a prvků ve dřevě (Unger et. al., 2001)

• Hlavní složky	90–95%
Polysacharidy	60–70%
Celulóza	40–50%
Hemicelulóza	15–35%
Lignin	20–35%
• Vedlejší složky	5–10%
○ Organické látky	
▪ Extraktivní látky	2–4,5%
○ Anorganické látky	
▪ Popeloviny (Ca, K, Mg, Mn, ...)	0,2–0,6%
Spalitelný podíl	
C	49–51%
O	43–44%
H	6 7%
N	0,1–0,3%

3.2.2.2.1 Lignin, polysacharidy a jejich abiotická degradace

Z literatury víme, že s přibývajícím věkem vzorků dřeva se množství celulózy a hemicelózy snižuje, zatímco ligninu přibývá. Změny, které probíhají v molekulách ligninu jsou velmi komplexní: oxidace, demetylace, nebo například ztráta hydroxylových skupin. Toto platí pro výsledky analýzy lehčích dřev (jedle, borovice) (Kúdela et al., 2002).

Za relativně suchých a mírných teplotních podmínek, kdy je dřevo chráněno před degradujícími procesy, jako je rozklad, se mechanické vlastnosti dřeva mění časem jen velmi málo. Výsledky zkoušek u velmi starého řeziva naznačují, že k významným ztrátám pevnosti dřeva dochází až po několika stoletích v běžných podmínkách stárnutí (Forest Products Laboratory, 2000).

Na velmi pomalém samotném stárnutí dřeva bez přímých vnějších vlivů se shodují i (Rowell et al., 1990) na objektech starých 4000 let.

Degradaci lze klasifikovat jako poškození způsobené biotickými (živými) a abiotickými (neživými) činiteli. V mnoha případech se může zdát na oko abiotické a biotické poškození velmi podobné. Až pečlivější rozbor chemických dějů spojených s neživými činiteli rozkladu může pomoci k rozpoznání původců těchto jevů (Kutz, 2005).

Mezi neživé nebo abiotické činitele patří povětrnostní podmínky, mechanické opotřebení, chemikálie a teplo (Kutz, 2005).

Reinprecht (2016) detailněji rozděluje abiotické vlivy na:

- **Atmosferické:** Voda (včetně změn relativní vlhkosti), kyslík, solární radiace (a ostatní typy radiací), tečení kapaliny a plynného média, teplotní změny, mechanické zásahy
- **Tepelné:** oheň, sálavé teplo
- **Chemické:** kyselinyzásady, oxidující látky

Tato práce je zaměřena na ochranné látky – nátěry používané v nábytkových interiérech. Jsou v ní tedy omezeny vlivy biotické a je zaměřena především na abiotickou ochranu v interiérovém prostředí.

Maximální množství slunečního záření, které je k dispozici na zemském povrchu za jasného dne, je obvykle 1 000 W/m². Takové záření sestává z ~ 5 % UV (286–380 nm), 45% viditelného (380–780 nm) a 50% infračerveného záření (780–3000 nm). Sluneční záření je hlavním faktorem povětrnostních abiotických podmínek, který je zodpovědný za povrchové zvětrávání dřeva. UV záření zejména UVB (280–320 nm) je energetičtější než viditelné světlo a je schopné štěpit vazby uhlík-uhlík, uhlík-kyslík a uhlík-vodík, které spojují polymerní složky dřeva; to je celulóza, hemicelulózy a lignin (Rowell, 2013).

Fotodegradace (štěpení řetězce a/nebo zasíťování) nastává aktivací polymerní makromolekuly zajištěné absorbcí fotonu světla polymerem. V případě fotoiniciování rozkladu je světlo absorbováno fotoiniciatory, které jsou fotokrystalizovány na volné radikály, které dále iniciují degradaci (v nefotochemických procesech) polymerních makromolekul. Fotodegradování je obvykle zahájeno slunečním UV zářením, vzduchem a znečišťujícími

látkami, zatímco co voda, organická rozpouštědla, teplota a mechanické namáhání tyto procesy umocňují (Rábek, 1995).

Fotooxidace je jedna z možných fotodegradací. Ultrafialové světlo interaguje s ligninem, což má za následek změnu barvy a zhoršení kvality v povrchovém jevu, protože světlo nepronikne hluběji než 200 µm pod povrch dřeva. Vytvářené volné radikály interagují s kyslíkem za vzniku hydroperoxidů, které se zase rozkládají. Výsledkem jsou velké barevné změny a chemická degradace (Burley et al., 2004).

Rábek (1996) Obecně uvažuje, že procesy fotooxidace se iniciují na povrchu, což vede ke gradientu zhoršeného materiálu napříč tloušťkou vzorku. Fotochemické reakce v polymerech jsou spojeny se změnou chemické struktury systému. Typickou fotochemickou sekvencí rozděluje do tří fází:

- **Absorpce**
- **Primární fotochemický proces**
- **Sekundární nebo „tmavé“ (tepelné) reakce radikálů, radikálních iontů, iontů a elektronů** produkovaných primárním fotochemickým procesem

Lignin

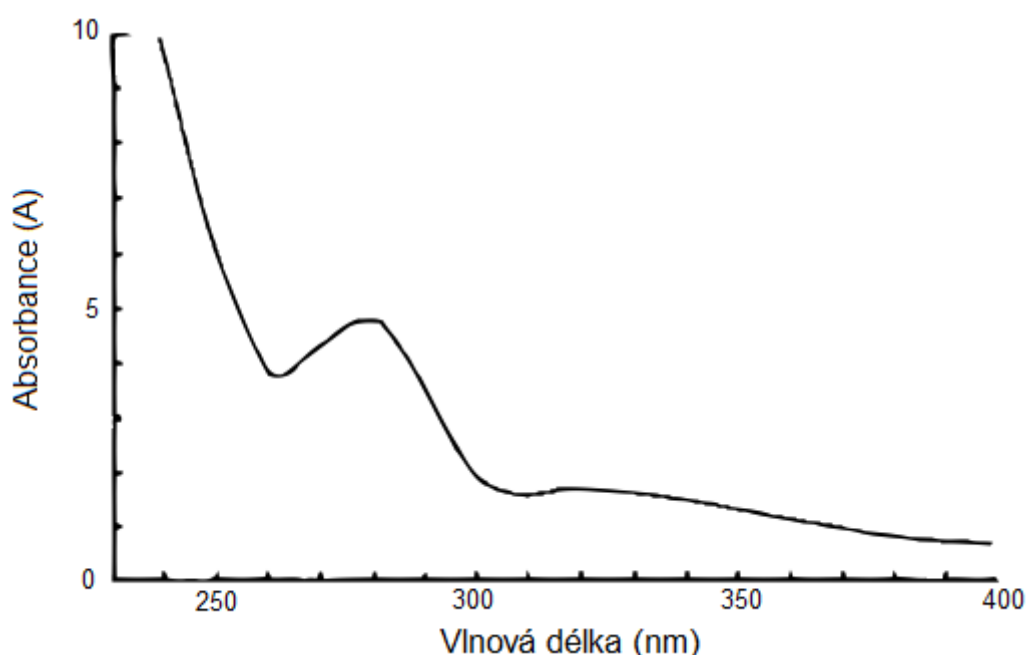
Lignin, jako jedna ze základních složek dřeva, v něm objemově existuje v rozmezí od 10% do 30%. Předpokládá se, že lignin je polymer vytvořený enzymatickou dehydrogenací fenylopropanů a následnou radikálovou kopulací. Lignin v měkkých dřevinách je složen převážně z guaiacylových jednotek (dle Rowella (2013) jsou tak ligniny z jehličnatých – měkkých dřevin nazývány „guaiacyl lignin“.) pocházejících z převládajícího prekurzoru, transkoniferylalkoholu. Je to nejsložitější polymer mezi přirozeně se vyskytujícími vysokomolekulárními materiály (Hon a Shiraishi, 2001). V měkkých dřevinách se objevuje v rozmezí od 25% do 35% (Tsoumis, 2014). Ve stěně buněk dřeva chrání polysacharidy celulózu a hemicelulózu před napadením enzymy a mikrobiálními organismy (Thielemans et al., 2002). Na rozdíl od celulózy a hemicelulózy nemá jednu opakující se jednotku ale sestává se z komplexního uspořádání substituovaných fenolových jednotek (Rowell, 2013). Vedle celulózy je to nejhojnější biomasa na Zemi. Dodává buněčným stěnám tuhost

a umožňuje suchozemským rostlinám vyvinout vzpřímené formy odolné vůči různým druhům stresu (Higuchi, 1997).

Degradace polymerů buněčných stěn je zastoupena především degradací oxidační, reakcemi hydrolytickými a dehydratačními. Dřevo vystavené venkovnímu prostředí a jeho vlivům podléhá fotochemické degradaci způsobené ultrafialovým zářením. K této degradaci dochází především v ligninu, který je zodpovědný za charakteristickou změnu barvy. Lignin působí jako adhezivum v buněčných stěnách a držící celulózová vlákna pohromadě. Degradací ligninu se povrch stává bohatším na obsah celulózy, která je mnohem méně citlivá na degradaci UV světlem. Pod degradací ligninu se zbylé špatně vázané sacharidové polymery snadno erodují z povrchu, což vystavuje nový lignin dalším degradačním procesům. Tímto procesem začne být povrch výrazně drsný (Burley et al., 2004). UV záření ze slunce vyvolává chemické reakce v ligninu, které vedou obvykle ke změně vzhledu a světlé druhy dřevin jako javor, buk nebo habr obvykle ztmavnou (Reinprecht, 2016).

Z modelových studií sloučenin bylo získáno několik důležitých faktů o fotodegradaci ligninu (Rábek, 1995):

- Fenoxyl radikály jsou snadno produkovány z fenolických hydro skupin působením světla
- Fenoxyl radikály se dále transformují na orto-chinoidní struktury, které jsou zodpovědné za **žloutnutí ligninu**.
- Vazby uhlík-uhlík sousedící s α -karbonylovými skupinami jsou fotodisociovány Norrishskou reakcí typu I.
- Norrishova reakce typu I nenastává účinně u sloučenin s etherovými vazbami sousedícími s α -karbonylovou skupinou. Fotodisociace probíhá na etherové vazbě.
- Sloučeniny nesoucí benzoylalkoholové skupiny nejsou náchylné k fotodisociaci, s výjimkou fotosenzibilizátorů-
- α -karbonylové skupiny fungují jako fotosenzibilizátory při fotodegradaci ligninu



Obrázek 1: UV absorpční spektrum ligninu (Rábek, 1995)

Světlo s vlnovými délkami většími než 400 nm (Obr. 1) nemá dostatečnou energii k výraznému rozkladu ligninu, ačkoli extrakty dřeva s nízkou molekulovou hmotností mohou být degradovány viditelným světlem i s delšími vlnovými délkami (Rowell, 2013).

Lignin a polyfenoly absorbují světlo silně pod 200 nm a mají silný vrchol při 280 nm, přičemž absorpce pokračuje skrz viditelnou oblast. Extrakty absorbují mezi 300 a 400 nm. Silná absorpce ultrafialového světla ligninem vede k preferenční degradaci ligninu. Překvapivě je lignin odolnější vůči gammaradiaci (vysokofrekvenční paprsky) než celulóza, i když je citlivější na ultrafialové záření s nižší energií (Burley et al., 2004).

Empirickou závislost mezi energií fotonu E (J/mol) a vlnovou délkou λ (nm) záření připomenul Reinprecht (2008):

$$E = 1,197 \cdot 10^8 / \lambda$$

a dále dodává, že lignin přijímá energii fotonu lépe než polysacharidy, to se slučuje s výše uvedenými tvrzeními od Rábka (1995). To má za následek jeho výraznější porušení při vystavení slunečnímu záření. I (Wypych, 2015) zmiňuje, že lignin je nejvíce náchylná složka dřeva na fotodegradaci.

Polysacharidy

Sacharidy jsou chemické látky složené z uhlíku, vodíku a kyslíku, ve kterých jsou poslední dva prvky přítomny ve stejných poměrech jako ve vodě. Hemicelulózy i celulózy jsou právě sacharidy (Youngs, 1968). Polysacharidy tvořené s celulóz a hemicelulóz nazýváme společným názvem holocelulóza (Higuchi, 1997).

Molekuly **hemicelulózy** jsou řetězové, jako v celulóze, ale stupeň polymerace je mnohem menší, v průměru asi 150. Na rozdíl od **celulózy**, která je složena výhradně z glukózy, hemicelulózy zahrnují různé monosacharidy (Youngs, 1968). V měkkých dřevinách jsou zastoupeny v klesajícím množství manóza, xylóza, glukóza, galaktóza a arabinóza (Burley et al., 2004). Obsah celulózy v měkkých dřevinách je 33–42% a hemicelulózy 26–33% (Ansell 2015).

Celulóza se skládá z molekuly glukózy ($C_6H_{12}O_6$), monosacharidu vytvořeného fotosyntézou z atmosférického oxidu uhličitého (CO_2). Molekuly glukózy jsou spojeny dohromady za vzniku molekul dlouhého celulózového

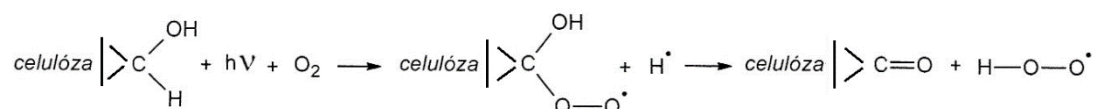
řetězce (Youngs, 1968). Celulóza (buničina) je základní stavební složkou buněčných stěn (Jelínek a Zicháček, 2007).

Největší zastoupení má ve všech vrstvách tracheid smrku ztepilého celulóza. Nejvíce jí je z ostatních zmíněných sacharidů v S₂ vrstvě. Nejméně jsou ve vrstvách zastoupeny sloučeniny galactan a arabinan, které jsou ve větší míře pouze ve střední lamela a primární stěně (Higuchi, 1985)

Tabulka 2: Polysacharidová kompozice tracheid smrku ztepilého (Higuchi, 1985)

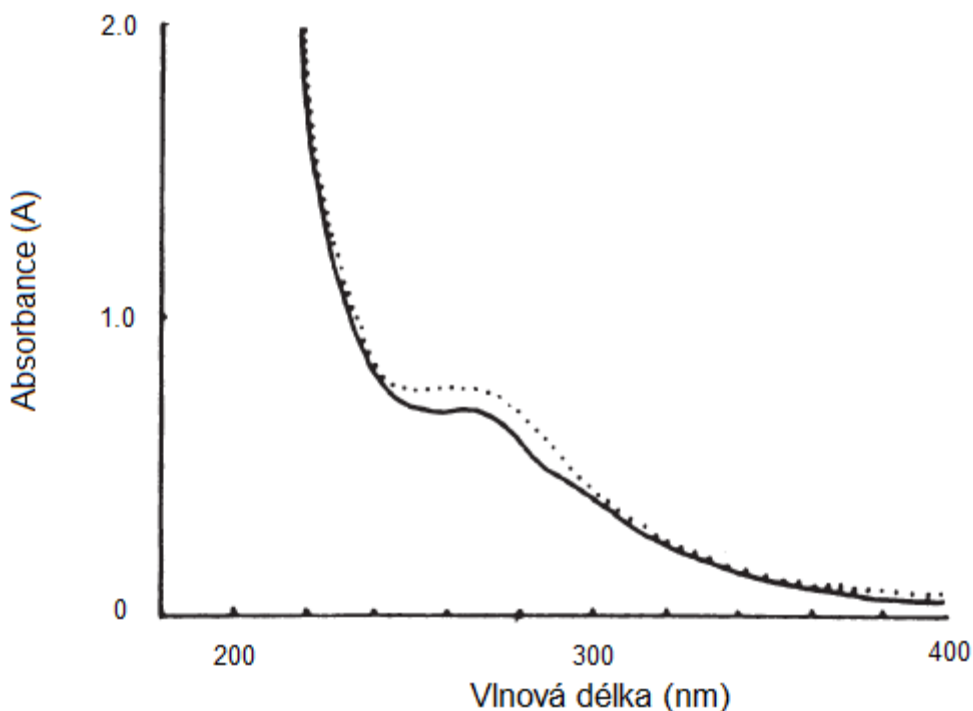
Polysacharidy	Vrstvy buněčné stěny			
	Střední lamela + primární stěna [%]	S ₁ vrstva [%]	S ₂ vrstva [%]	S ₂ vrstva + S ₃ [%]
Galactan	20,1	5,2	1,6	3,2
Celulóza	35,5	61,5	66,5	47,5
O-Acetylglucomannan	7,7	16,9	24,6	27,2
Arabinan	29,4	0,6	0,0	2,4
Arabino-4-O-methylglucuronoxylan	7,8	15,7	7,4	19,4

Fotooxidace polysacharidů má za přítomnosti kyslíku následující průběh (obrázek), s možností následného vzniku i peroxidu vodíku (Reinprecht 2008):



Obrázek 2: Tvorba karbonylu při fotooxidaci celulózy (Reinprecht, 2008)

Teoreticky by čistá celulóza neměla mít žádné absorpční spektrum. Typické absorpční spektrum znázorňuje obrázek (Rábek 1995):



Obrázek 3: UV absorpční spektrum celulóзовého filmu (Rábek, 1995)

Celulóza absorbuje světlo silně pod hranicí 200 nm. Hemicelulózy jsou strukturně podobné, takže jejich ultrafialové absorpční vlastnosti se podobají charakteristikám celulózy (Burley et al., 2004).

Absorpce při 260 nm je připisována vnitřním chromoforickým skupinám jako acetální nebo glykosidická vazba. Prodloužené absorpce až do 400 nm může být důsledkem přítomnosti vnějších chromoforických skupin, jako karbonyl, karboxylová skupina a/nebo hydroperoxid, které vznikly při chemické oxidaci a mechanické degradaci dřeva. Fotodegradační procesy zapojené do celulózy jsou štěpení řetězce, dehydroxylace, dehydroxymethylace a dehydrogenace, které jsou zodpovědné za tvorbu různých radikálů (Rábek, 1995).

3.3 Vybrané historicky tradiční transparentní nátěry a jejich stárnutí

Na otázku, proč vůbec ošetřovat dřevo nabízí například (Flexner, 1994) tři odpovědi: Úprava povrchu nám může: zjednodušit udržení čistoty kusu, ochránit povrch proti nežádoucím vlivům a zkrášlovat, neboli podle Unger et al. (2001) zajistit vhodnost pro budoucí výstavu nebo použití. Dále Unger et al. (2001) uvádějí, že přesto, že „ideální“ ochrana neexistuje a existovat nebude, měla by nejlépe v případě konsolidace starých objektů splňovat těchto 11 bodů:

1. Měla by být stabilní a vydržet co nejdéle prostřednictvím své vlastní dlouhodobé stability
2. Měla by propůjčit rozměrovou stabilitu objektu, zejména v případě nálezů podmáčeného dřeva
3. Neměla by změnit vzhled objektu tak, že:
 - a. Částečně nebo úplně rozpustí barvy a povrchové úpravy
 - b. Vytvoří povrchové filmy
 - c. Změní barevné vrstvy, nebo textury a barvy včetně lesku
4. Neměla by během ošetřování způsobovat smršťování nebo naopak rozpínání
5. Měla by být kompatibilní s předchozími nátěry a konzervanty
6. Měly by po ošetření umožnit použití původních procedur jako je lepení, zlacení a lakování
7. Měla by umožňovat dostatečnou penetraci a distribuci konsolidantu do dřeva díky malé velikosti částic a nízké viskozitě
8. Měly by být netoxická nebo nanejvýš mírně toxická pro člověka a životní prostředí
9. Pokud je to možné, neměla by zvyšovat hořlavost
10. Měla by poskytnout dostatečnou ochranu proti možnému znovunapadení hmyzem nebo houbami.
11. A nakonec by měla být do značné míry reverzibilní

Dle Vigué (2006) dokládají oštěpy a hroty šípů v blízkosti ostatků zvířat pokusy lidí již v dávných dobách zvyšovat tvrdost dřeva pomocí karbonizace

(opalování). Ta měla chránit dřevěné zbraně před poškozením. První zmínky o ochraně dřeva lze nalézt v biblické první knize Mojžíšově, kde bůh radil Noemu jak postavit jeho archu: „*Učiň sobě koráb z dříví gofer, příhrady sděláš v tom korábu a oklejuješ jej vnitř i zevnitř klím.*“ V tomto případě se jednalo o ochranu pryskyřicí s dehtem pro zaplnění mezer mezi prkny, pro zabránění pronikání vody. Toto využití znali již obyvatelé Mezopotámie před 4000 lety a mastnou hmotu podobnou pryskyřici pro ochranu dřeva proti hmyzu a plísní popisuje v 1. století i Plinius Starší v knize *Historia naturalis*. Látky chemické, které byly založené nejčastěji na chloridech a dalších solích rtuti či arseniku, se začali poprvé vyrábět až v renesanci. K získání olejů za pomoci destilace dřeva, které můžeme znát i z dnešní ochrany dřeva, se vědci dopracovali v 17. století. Století 19. započalo zkoumání nátěrů na dřevo na skutečně vědecké bázi. V roce 1838 si nechal Bethell (po kterém je takto pojmenována impregnační metoda plného nasycení buněk dřeva) patentovat způsob výroby krezolového oleje v impregnačním kotli. To znamenalo začátek průmyslové ochrany dřeva (Vigué, 2006). S přicházejícím 20. stoletím se více rozvinulo využívání laků, olejů, přírodních pryskyřic a vosků nejčastěji v různých kombinacích (Unger et al., 2011).

Příklady dřevěných předmětů s neporušeným původním průhledným lakem jsou neobvyklé. Průhledné povrchy dřeva byly v minulosti posuzovány především z hlediska funkce objektu. Zestárlé povrchy lakovaných předmětů byly často ohoblovány, seškrábány nebo obroušeny v rámci přípravy na přelakování. V některých případech lze špatné „přežití“ transparentních laků na dřevě připsat materiálům přidaných do jejich složení. Například kalafuna byla často používána jako přísada do těchto laků. I když ze začátku pomáhala snížit křehkost povrchu, časem mají kyselá složky tendenci krystalizovat a přispívat tak k degradaci laku. Po analyzování několika původních lakovaných kusů dřeva pozměnily tyto analýzy pohled na věc; Zatímco umělec nebo řemeslník mohli mít záměr, aby nátěr netrval věčně a mohl se například obnovit, sběratelé, restaurátoři nebo obchodníci je takto jen velmi zřídka vnímají. To následně komplikuje výběr látky pro zrestaurování. Všechny přírodní pryskyřice časem oxidují a žloutnou. Na rozdíl od konzervace malířských obrazů, kde je stárlý a zažloutlý lak považován za nevzhledný a obvykle odstraněn, je velká část patiny, která je tak ceněna na historickém

nábytku, často obsažena právě ve stárlém transparentním nátěru. Ztráta kvality nátěrů na dřevě je nevyhnutelná, je však důležitým aspektem ošetřeného předmětu a může takovýto nátěr může být konzervován i při velkém poškození. Odstranění neporušeného ale barevně pozměněného povrchu významně sníží jak historickou, tak peněžitou hodnotu, proto obecně restaurátoři vynakládají velké úsilí, aby původní transparentní nátěry zachovali (Rivers a Umney, 2003).

3.3.1 Oleje

Název pro „olej“ je odvozen z Řeckého *elaion* – olivovníku a dle Bulian a Graystone (2009) se výraz používá i obecněji nežli pro tuky získávané z plodů této rostliny:

- **Minerální oleje:** Směsi ropného původu
- **Esenciální/éterické oleje:** Přírodní extrakty tvořené směsí různých látek (estery, alkoholy, ...)
- **Triglyceridy:** Obvykle získávány ze semen rostlin

První známá metoda leštění použita během 16. století byla na bázi lněného oleje a olejů z ořechů, následována využitím včelího vosku a terpentýnu ke konci tohoto století (Rivers a Umney, 2003).

Na nejlépe zvládnutou úroveň olejování nábytku se dostali Dánští designeři v polovině 20. století. Tyto kousky tvoří základy historických obchodů s nábytkem. S oleji lze zvolit mnoho způsobů aplikací. Také lze přidat pigment, nanášet štětcem nebo látkou pro různé vzhledy a stupně lesků (Pourny a Renzi, 2014).

Oleje si drží oblibu i v posledních pár dekadách, kdy si drží vyšší příčky oblíbenosti mezi dřevaři. Je to částečně zapříčiněno příjemnému vzhledu, který tolik nemění původní přírodní vzhled a strukturu dřeva, ale především pro jednoduchou aplikaci, kdy postačí ve většině případů nátěr nanést a poté setřít, a to v několika vrstvách. Jinak tomu bylo před 20. stoletím, kde neexistují evidence, že by bylo použití oleje k finálním úpravám dřeva oblíbenou a dobře známou volbou. Nejeftivnějšími oleji jsou ty, které absorbují vzdušný kyslík, zvětší svoji hmotnost a vytvrdnou. Jako příklady lze uvést velmi oblíbené lněné

a tungové oleje (čínské dřevní oleje vzniklé vylisováním ořechů *Vernicia fordii*. Lněný olej takto navíc získává 12 % z původní hmotnosti. Co se ale týče používané ochrany, je ale samotný lněný olej na druhém místě nejhorší ochrany, hned po vosku. Ostatní oleje jako minerální, olivový a motorový nevytvrdnou, a jsou tak pro ochranu efektivní minimálně. Existuje i skupina částečně tvrdnoucích olejů, které vytvrzují velmi pomalu i nikdy ne do plně zatvrdlé formy. Jedná se například o olej z vlašských ořechů, sóji a slunečnice (Flexner, 1994).

Po vytvrnutí jsou oleje nerozpustné uhlovodíkovými rozpouštědly a nabobtnány (ale nerozpuštěny) alkoholy a ketony. Přesto, že výzkum tvrdí, že proces vytvrnutí lněného oleje trvá až tři roky, empirické důkazy naznačují, že povrchové úpravy olejovými nátěry pokračují v zasíťování po mnoho let (Rivers a Umney, 2003).

Olej použitý pro pokusy v této práci spadá do třetí skupiny a jedná se čistý olej z vlašských ořechů v potravinové kvalitě.

Základní složkou olejů jsou glyceridové estery. Ve svém přirozeném stavu obsahují i různá množství dalších látek, jako jsou volné mastné kyseliny, fosfolipidy, uhlovodíky, a steroly. Oleje jsou obvykle chemicky rafinovány, aby se takovéto látky odstranily. Molekuly esterů glyceridů jsou charakterizovány třemi základními vlastnostmi (Bulian a Graystone, 2009):

- **Délka řetězce mastných kyselin** (počet uhlíků – palmitová C₁₆, olejová C₁₈)
- **Přítomnost dvojitých vazeb** (palmitová 0, olejová 1)
- **Relativní poloha dvojitých vazeb** – konjugovaná kyselina (linolenová nemá, eleostearová má)

Vytváření pevného filmu ze tvrdnouceho oleje nebo alkydu zahrnuje složité chemické mechanismy známé jako autooxidace. Přesto že jsou známé hlavní reakce, které zde probíhají, celkový mechanismus není zcela stanoven.

Celý proces zahrnuje tři kroky (Bulian a Graystone, 2009):

- **Zahájení**
- **Propagaci**
- **Ukončení**

Zahájení

Nejběžnější teorie popisující vysoušení oleje zahrnuje počáteční pomalou reakci mezi atmosferickým kyslíkem a methylenovou skupinou sousedící s dvojitou vazbou. Tato reakce vede k tvorbě hydroperoxidů. Přítomnost konjugovaných dvojitých vazeb zaručuje stabilitu odvozených volných radikálů a v důsledku toho jsou tvrdnouce reakce mnohem rychlejší. Pro vysvětlení tohoto rozdílu bylo představeno několik možností mechanismů, z nichž nejvíce akreditovanou je počáteční tvorba cyklických peroxidů přidavkem kyslíku.

Propagace (tvorba filmu)

Hydroperoxydy nejsou stabilní látky kvůli slabé vazbě kyslík-kyslík. Druhá fáze tvrdnutí tak zahrnuje rozpad počátečních oxidačních produktů disociací vazeb O-O a tvorbu radikálů. Radikály jsou také velmi nestabilní a reaktivní; produkují různá molekulární uspořádání s kyslíkem i dvojitými vazbami. Takový mechanismus vede k tvorbě dalších radikálů, ale i k tvorbě intermolekulární vazby mezi molekulami oleje. Právě tento proces vytváří konečné zasíťování a pevný film. Výsledkem reakcí je zvýšení molekulární velikosti oleje a vytvoření pevného filmu. Během oxidačního procesu se také tvoří řada sloučenin s nízkou molekulární hmotností, zejména ketony a aldehydy, které jsou odpovědné za obvyklý „zápach“ vytvrzujících olejů (Bulian a Graystone, 2009).

Tabulka 3: Vlastností olejů (Pourny a Renzi, 2014)

Výsledek	Saténový lesk; proniká do vlákna a silně se tak váže; zvýrazňuje strukturu a barvu dřeva
Na co je vhodný	Lehké až středně tónované tvrdé dřevo jako je ořech, mahagon, javor ohnivý; dánská moderna z poloviny 20. st.; kusy s jednoduchými liniemi a důrazem na krásu dřeva
Výhody	Proniká hlouběji, než vosky, nebo politury; snadná aplikace i údržba: stačí povrch vyčistit a látku nanést; bezpečný pro hračky a kuchyňské náčiní, pokud se používá potravinářská kvalita
Nevýhody	Pomalejší doba sušení; možné výpary při schnutí; vyžaduje opakované aplikace pro větší tloušťku; časem může žloutnout

Stárnutí olejových nátěrů

Fotochemická oxidace vede k tomu, že je olej postupně tvrdší. Při síťování se mohou do struktury filmu dostat nečistoty. Povlaky se značným obsahem oleje jsou citlivé na vodné roztoky s pH vyšším než 8,5, zásady, polární organická a chlorovaná rozpouštědla kterými mohou být narušeny (Rivers a Umney, 2003).

3.3.2 Vosky

Anglické slovo 'wax' pochází ze starého anglického slova „weax“, které označovalo voštiny včelího úlu. Materiály, které se pojmenovávají jako „vosky“ tvoří chemicky homogenní skupinu, protože pocházejí z různých zdrojů: živočišných, rostlinných nebo syntetických. **Včelí vosk** taje při 60–65 °C. Je hlavní složkou voštiny a skládá se z různých sloučenin zejména z řad alkanů

s dlouhým řetězcem, kyselin, esterů, polyesterů a hydroxyesterů. Jeho hlavními složkami jsou palmitátové, palmitoleátové, hydroxypalmitátové a oleátové estery alkoholů s dlouhými řetězci. Téměř 10% včelího vosku je založeno na hentriakontanu, jehož stabilita a nepropustnost vody přispívají ke kladným vlastnostem vosku. **Karnaubský vosk** je produkován listy palem *Copernicia cerifera*, *Ceroxylon andicola*, jako ochrana před suchými horkými větry. Obsahuje hlavně mastné estery, kyseliny a uhlovodíky. Karnaubský vosk je relativně tvrdý a má vysokou teplotu tání (kolem 80 °C), což ho dělá velmi vhodným pro leštění (Bulian a Graystone, 2009).

Vosk použit v této práci je na bázi včelího a karnaubského vosku s příměsí lněné fermeže bez rozpouštědel.

Vosky zdůrazňují barvu dřeva a v případě použití vosků barevných ještě o něco více. Po vyhlazení/vyleštění zaschlé vrstvy zanechávají příjemný lesk. Pro kvalitnější ochranu před vnějšími vlivy je doporučeno před použitím vosku vyplnit póry (Vigué, 2006).

V závislosti na vizi a metody použití, může vosk způsobit, že bude dobový kus vypadat jako úplně nový, nebo mu dá nádech staří. Vosky mohou být použity v pevném stavu, v ohřátém, nebo roztavené tekuté formě. Používá se zejména, aby se povrch leskl a dodal mu hloubku a patinu. S propojením s ostatními produkty jako jsou oleje, pigmenty a pemza se dá docílit dekorativní úpravy ceruse (zvýraznění hrubosti povrchu a dvoubarevná kolorace) a vernis anglais (Pourny a Renzi, 2014).

Vosková úprava je méně účinná, co se týče ochrany dřeva než například lněný olej, nebo olej obecně. Dokonce se o vosku dá tvrdit, že je to nejméně účinná používaná ochranná látka vůbec. V porovnání s ostatními ochranami neposkytuje výraznou ochranu proti teple, vodě ani rozpouštědlům. Jedinou ochranu, kterou vosk poskytuje je redukce abrazivního poškození lehčích částic. Nejrozumnějším důvodem, proč zvolit ochranu voskem se zdá tedy být zachování vzhledu dřeva v co nejpůvodnějším, nejpřírodnějším barevnému stavu zároveň s částečnou ochrannou alespoň proti například prachu (Flexner, 1994) nebo jako finální vrstvu na jakoukoliv předchozí úpravu povrchu pro její ochranu, doladění lesku a případnou snadnější a rychlejší obnovu (Taunton Press, 2017).

Povrchové úpravy voskem mají nižší lesk a při pohledu pod UV zářením nejsou fluorescenční (Rivers a Umney, 2003).

Tabulka 4: Vlastnosti vosků (Pourny a Renzi, 2014)

Výsledek	Příjemně teplý lesk; zvýrazňuje detaily: řezby, sloupky, ...
Na co je vhodný	Od světlé borovice a dubu po černý ořech a eben; jednoduché a/nebo rustikální kusy; velmi starý nábytek z masivního dřeva
Výhody	Teplá patina; snadná aplikace; lze míchat s barvami; snadná údržba a obnova
Nevýhody	Při vytvrzování ztrácí své vlastnosti; nižší odolnost vůči kapalinám než olej; pokud se aplikuje znovu se špatným ošetřením hromadí se lepkavé části

3.3.3 Šelak

Termín pryskyřice je velmi starověký a pravděpodobně indoevropského původu. Byl používán pro popis různých přírodních látek, nalezených v polotuhém stavu. Pryskyřice lze považovat za třídu polymerů charakterizovaných těmito body:

- **Pevné nebo částečně-pevné skupenství**
- **Transparentní**
- **Amorfní morfologie**
- **Rozpustné v organických rozpouštědlech**

Ty přírodní mohou být jak živočišného, tak rostlinného původu.

Slovo „šelak“ je kombinací „shell“ (skořápka) a „lac“ (lak v tenkých kouscích – převzato z fr.) (Bulian a Graystone, 2009).

Lakování na bázi šelaku bylo představeno jako alternativa pro povrchovou úpravu dřeva v začátcích 17. století (Bulian a Graystone, 2009). V roce 1688 Stalker J. a Parker G. dali vzniknout postupům šelaku rozpuštěného v alkoholu, které byly používány pro natírání všech druhů dřevěných výrobků (Rivers a Umney, 2003).

Před příchodem moderních jednovrstvých nástřiků laků byly ručně tvořené povrchy na bázi šelaku jediným možným způsobem pro vytvoření bezchybného vodního lesku. Evropské metody lakování nábytku, souhrnně známé jako „le laque européen“, se vyvinuly ze snahy napodobit krásu a lesk legendární asijské techniky lakování. Techniky na bázi šelaku jsou „kouzlem“ průhledných povrchů starožitností v muzeích, rozlišujícím znakem Art Deca a dokonale vyvinutého do podoby perfektního lesku 18. století na nábytku s francouzskou politurou. Nátěr se skládá z roztoku šelakové pryskyřice získávané vařením, filtrováním a redukováním výměšků samičích brouků Červce lakového *Kerria lacca* a alkoholu, nejčastěji lihu (Pourny a Renzi, 2014).

V Kronice práce, osvěty, průmyslu a nálezů píše Skramlík (1908): *„Šelak pochází z říše rostlinné, vzniká poraněním větvíček indických stromů zvláštním hmyzem. Původní šelak z poraněných a později odumřelých větvíček sbírá se a čistí opatrným přepouštěním. Tekutou hustou hmotou natírají se tenké teplé desky, z nichž se hotový výrobek snadno odlupuje a známé lístkové podoby nabývá.“*

Vložky šelaku se dodávají ve třech základních barvách: rubínová, jantarová a blond. Šelaková politura lze použít jako samostatný vrchní nátěr nebo ve spojení s oleji nebo vosky (Pourny a Renzi, 2014).

(Taunton Press 2017) dělí šelaky podle obsahu vosku na ty s více voskem (kolem 5 %): seedlac a buttonlac a ty, u kterých se množství vosku záměrně snižuje: garnet, ruby, lemon, blond.)

Podle Flexner (1994) je šelak nejvíce podceňovaný ze všech povrchových úprav. Je to kvůli dobře známým nevýhodám: krátkou životností a slabou odolností proti vodě, alkoholům, teplu a zásadám. Naproti tomu je šelak využíván často jako první penetrační nátěr, protože má dobré vlastnosti jako bariéra proti vzdušné vlhkosti, kontaminací silikony a dobře zakonzervuje už existující skvrny způsobené vodou, tuky nebo přírodními pryskyřicemi. Je

nepřekonatelný jako opravný materiál škrábanců a vrypů ostatních povrchových nátěrů, protože dobře drží na většině z nich bez toho, aby je poškodil a také rychle schne. Šelaková pryskyřice je velmi šetrná ke zdraví. Například vládní agentura USA Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) ho schválila jako potahový materiál pro léky a sladkosti.

Tabulka 5: Vlastnosti šelaku (Pourny a Renzi, 2014)

Výsledek	Záleží na postupu. Nejčastěji je chtěný vysoký lesk francouzské politury
Na co je vhodný	Základový nátěr před jinou povrchovou úpravou; hlavní složkou francouzské politury
Výhody	Netoxický, rychleschnoucí
Nevýhody	Neposkytuje úplnou ochranu proti vodě, alkoholu nebo teple

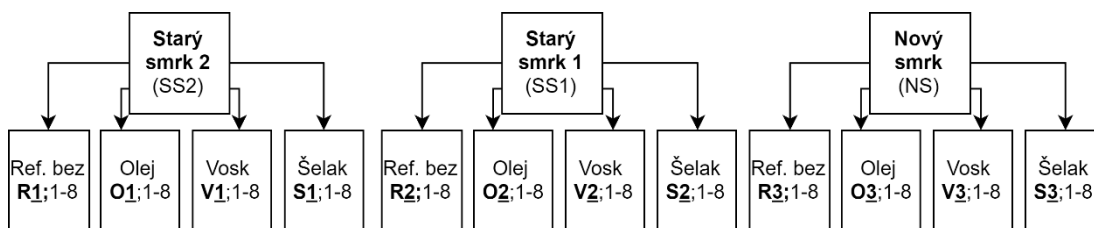
Stárnutí šelakových politur

Šelak jako základní lak restaurátorů nábytku posledních nejméně 100 let je nevhodný jako nátěr už lakovaných, malovaných a jinak zdobených povrchů kvůli své tendenci žloutnout, jeho polárním parametrům rozpustnosti a riziku zasíťování. Pokud je tvrdost šelaku přesto vyžadována, je možné ho nanést na nátěr nerozpustný v alkoholech, kterým je náchylný povrch nejdříve ošetřen. Pryskyřičné nátěry, například sandarak nebo šelak, mohou mít v závislosti na stáří a použití zmatňovacích přípravků matný, polomatný nebo vysoce lesklý vzhled. Pod UV zářením jsou autofluorescenční a barva fluorescence se liší podle typu pryskyřice a stáří nátěru. Zestárlé pryskyřičné nátěry jsou obvykle nerozpustné v uhlovodíkových rozpouštědlech, ale mohou být rozpuštěny alkoholy a ketony. Kromě toho jsou takovéto úpravy obecně citlivé na zvýšené pH a polární organická rozpouštědla (Rivers a Umney, 2003).

4 Metodika

Na zkušebních tělesech byly testovány tři druhy povrchových úprav na dvou starších kusech řeziva a jednom novém. Z tohoto důvodu tak byly vyrobeny vždy vzorky referenční (bez úpravy), a dále vzorky s povrchovými úpravami olejem, voskem a šelakovou politurou (dále jen šelak). Byla testována barevná změna, lesk, změna přilnavosti nátěrů a hodnocení propustnosti nátěrů vůči vodě při umělém vystavení stárnutí. Vzhledem k menším rozměrům, a tak i menším možnostem využití plochy u vzorků ze starších prken, byly pozměněny rozměry vzorků vůči normám a počty potřebných zkušebních těles byly vypočítány takto:

Celkem bylo potřeba pro experiment 12 variant (3 x referenční, 3 x olej, 3 x vosk, 3 x šelak) a od každé 8 vzorků. Celkem bylo vyrobeno 96 zkušebních těles. Plovina z těchto těles byla poté následně uměle zestárnutá v xenonové komoře.



Obrázek 4: Rozdělení a označení zkušebních těles na varianty a jednotlivé sady vzorků

4.1 Zkušební tělesa

4.1.1 Příprava ze smrkového řeziva

K provedení experimentu byly vybrána dvě stará prkna rodu *Picea* z dvou odlišných kusů nábytku stárých v rozmezí 100–200 let. Stáří a rod dřeviny byly určeny dle zkušeností a odhadem zaměstnanci restaurátorské firmy, ze které prkna pochází. Vzorky – zkušební tělesa vyrobená z těchto prken a následně experimentny na nich, byly porovnávány se vzorkami vyrobených z nového prkna rodu *Picea* získaného z ČZU - FLD. Zkušební tělesa z těchto zdrojů byla vyrobena následujícími způsoby:

Zkušební tělesa ze starého prkna č. 1 (dále jen SS1)

Nejdříve byl povrch starších prken ořen bavlněným lahce navlhčeným kusem bílé bavlněné látky pro odstranění prachu a ostatních nečistot. Po odstranění per a drážek stolní kotoučovou pilou z obou podélných stran profilovaného prkna byla následně zkracovací kotoučovou pilou vyrobena čtyři SS1 o rozměrech 24x68x300 mm. Po povrchových úpravách proběhlo finální příčné dělení a každý vzorek měl rozměry 24x68x30 mm.



Obrázek 5: Stará tělesa SS1 před aplikacemi povrchových úprav

Zkušební tělesa ze starého prkna č. 2 (dále jen SS2)

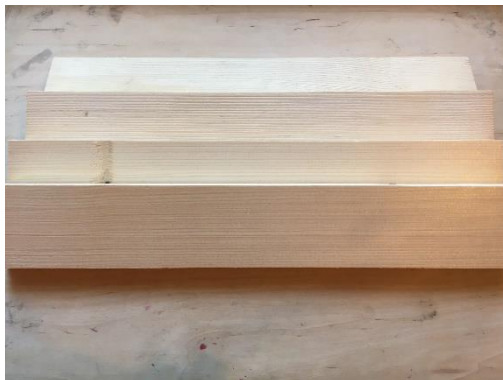
Povrch byl zbaven nečistot jako u tělesa pro vzorky SS1 a následně i zde bylo z prken nejdříve odstraněno profilování. Vzorky byli začištěny a zkráceny kotoučovou pilou na co největší možnou plochu, a to na čtyři vzorky rozměrů 24x25x300 mm. Po povrchových úpravách proběhlo finální příčné dělení a každý vzorek měl rozměry 24x25x30 mm.



Obrázek 6: Stará tělesa SS2 před aplikacemi povrchových úprav

Zkušební tělesa z nového prkna (dále jen NS)

Čtyři prkna mladšího smrku byla dodána v rozměrech 18 60x377 mm. Po povrchových úpravách proběhlo finální příčné dělení a každý vzorek měl rozměry 18x60x40 mm.



Obrázek 7: Nová tělesa NS před aplikacemi povrchových úprav

4.1.2 Povrchové úpravy těles

Tabulka 6: Požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti nábytku (ČSN 91 0102, 2006)

Vlastnost Zkušební metoda	Měřicí jednotka	Funkční skupina nábytkových ploch					
		A	B	C	D	E	F
lesk ČSN EN 13722	%	vysoký lesk – nad 90					
		lesk – od 61 do 90					
		pololesk – od 31 do 60					
		polomat – od 11 do 30					
		mat – od 0 do 10					
tvrdost tužkou ¹⁾ ČSN 67 3075	stupeň	nejméně 8	nejméně 8	nejméně 6	nejméně 6	nejméně 6	nejméně 6 ₂₎
odolnost proti oděru ČSN 91 0276	g/100 ot.	nejvíce 0,12 ²⁾	nejvíce 0,15 ²⁾	-	-	-	-
		0,15 ³⁾	0,20 ³⁾				
přilnavost mřížkou ČSN ISO 2409	stupeň	nejvíce 1					
přidržnost povrchu odtahem ČSN EN 311	MPa	nejméně 0,75					
odolnost proti suchému teplu ⁴⁾ ČSN EN 12722	stupeň	nejméně 4	nejméně 4 ⁵⁾	-	-	-	-
odolnost proti vlhkému teplu ČSN EN 12721	stupeň	nejméně 4	nejméně 4 ⁵⁾	-	-	-	-
světlostálost ČSN EN ISO 11341 ČSN 91 0282	stupeň	stupeň 5 standardní modré stupnice a stupeň 3 šedé stupnice					
¹⁾ Pouze pro vzorky dokončené nátěrovými hmotami. ²⁾ Platí pro nábytek veřejného interiéru. ³⁾ Platí pro nábytek bytový. ⁴⁾ U pracovních ploch skupiny A a pracovních ploch laboratorních stolů teplota 180 °C, u ostatních ploch teplota 100 °C. ⁵⁾ Zkouší se u nábytku bytového, kancelářského, restauračního a hotelového.							

Tabulka 7: Požadavky na odolnost proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (ČSN 91 0102, 2006)

Zkušební látka (prostředek)	Funkční skupina nábytkových ploch												
	A		B		C		D		E		F		
	t	l	t	l	t	l	t	l	t	l	t	l	
voda					1	4	1	4	1	3	1	3	
etylalkohol 48% ¹⁾													
kyselina octová 8% ¹⁾													
kyselina citrónová 10% ²⁾													
ovocná šťáva ²⁾													
červené víno ¹⁾													
olivový olej ¹⁾	6	4	6	4									-
čaj 10 g/200 ml vody ²⁾													
káva 40g /100 ml vody ²⁾													
inkoust do plicích per ³⁾													
vodové barvy ³⁾													
čistící prostředek					1	4	1	4	1	3	1	3	
fyziologický roztok							1	4					
POZNÁMKA t – doba působení v h, l – dovolená intenzita změny ve stupních nejméně. Pokud není uvedeno jinak, zkouší se celý rozsah zkušebních látek.													
¹⁾ Zkouší se u nábytku bytového, restauračního a hotelového. ²⁾ Zkouší se u nábytku bytového, kancelářského, restauračního a hotelového, dílenského a zahradního. ³⁾ Zkouší se pouze u nábytku školního.													

Jak bylo zmíněno výše, celkem bylo vyrobeno 96 zkušebních těles. Z každého druhu prkna (SS1, SS2, NS) byla vyrobena tělesa referenční **bez nátěru R11 – R38**, tělesa s **olejovým nátěrem O11 – O38**, tělesa s **voskem V11 – V38** a tělesa se **šelakovou politurou S11 – S38**. První číselný index značí druh původního prkna (1 = **SS2**; 2 = **SS1**; 3 = **NS**) a druhý index označení vzorku.

Postupy aplikací nátěrových látek byly sestaveny v první řadě především dle technických listů výrobce (Přílohy č. 15, 16 a 17), zkušeností restaurátorů, od kterých byly obstarány staré prkna a dle literatury (Taunton Press 2017), (Time-Life Books 1992) a (Miles, 2002).

Dělení na jednotlivé vzorky proběhlo až po aplikaci povrchů v rozmezí pár dní před zahájením testování z důvodu rovnoměrnější aplikace povrchových úprav, lehčí manipulace při těchto aplikacích a pro vytvrzení a vyzrání jednotlivých nátěrů. Povrchové nátěry byly provedeny za pokojové teploty a relativní vlhkosti vzduchu v rozmezí 45–55%.

4.1.2.1 Referenční vzorky

Referenční vzorky vyrobené z SS1 SS2 a NS byly vyrobené tak, že se hrany jemně ztrhly brusným papírem (dále jen BP) zrnitosti 400 a následně rozdělily zkracovací kotoučovou pilou na jednotlivé vzorky.

4.1.2.2 Aplikace oleje

Byl použit zušlechťující **tvrdý olej pro ošetření dřevěných povrchů** v interiérech Hermann Sachse Hartöl (Obr. č. 8). Jde o čistý olej z vlašských ořechů v potravinové kvalitě.



Obrázek 8: Hermann Sachse Hartöl



Obrázek 9: Aplikovaný olej na (shora) NS, SS1, SS2

Aplikace proběhla 19. 11. 2019 těmito kroky:

1. Hrany prkének jemně strhnuty BP zrnitosti 400.
2. Nová prkénka po směru vláken jemně obroušena BP zrnitosti 400, aby se dosáhlo povrchu podobnějšího starším prkénkám, který byl už z dřívějších dob opracován.
3. Nanášena tenká vrstva oleje štětcem do nasycení povrchu, kdy nejsou vidět suchá místa; nanášení po směru vláken.
4. Po vyčkání 30 minut, na absorbování oleje povrchu, setření bílou bavlněnou látkou zbytky oleje.
5. Po dalších 15 minutách povrch přebrousit abrazivním roumem P320 pouze pro odstranění zvednutých vláken dřeva.
6. Opakovat body 3–5 pro nanesení celkem 3 vrstev.

4.1.2.3 Aplikace vosku

Pro aplikaci vosku byl vybrán Hermann Sachse Möbelwachs – Antický vosk na nábytek (Obr. č. 10) na bázi **včelího vosku, carnaubského vosku a přírodní lněné fermeži** bez rozpouštěděl a kovových sušidel.



Obrázek 10: Antický vosk Hermann Sachse Möbelwachs



Obrázek 11: Aplikovaný vosk na (shora) NS, SS1, SS2

Aplikace proběhla 19. 11. 2019 těmito kroky:

1. Hrany prkének jemně strhnuty BP zrnitosti 400.
2. Nová prkénka po směru vláken jemně obroušena BP zrnitosti 400, aby se dosáhlo povrchu podobnějšího starším prkénkám, který byl už z dřívějších dob opracován.
3. Nanášena velmi tenká vrstva vosku bavlněnou bílou látkou do nasycení povrchu, kdy nejsou vidět suchá místa; nanášení pohyby střídavě po směru vláken a krouživě
4. Po 5 hodinách byl povrch vyleštěn bavlněným bílým hadrem
5. Takto vytvořeny dvě vrstvy opakováním bodů 3 a 4.

4.1.2.4 Aplikace šelakové politury

Zde byla použita Hermann Sachse Schellack Politur Astrein Superblond – **Šelaková politura bezbarvá** (Obr. č. 12).



Obrázek 12: Schellack Politur Astrein Superblond Herman Sachse a polná



Obrázek 13: Aplikovaný šelak na (shora) NS, SS1, SS2

Aplikace šelaku proběhla kombinací „rychlejší“ metodou, avšak s polnou pro minimalizování rizika pokapání, nebo nerovnoměrné aplikace, jak může nastat v případě štětce. Použita není pemza pro zaplnění pórů, protože se jedná o smrkové dřevo, které nemá tak výrazné póry. Navíc se ze starších povrchů nesměla obrousit stárlá vrstvička, takže by bez řádné, jemně broušené, úpravy povrchu nemělo použití pemzy větší smysl. Mezi jednotlivými vrstvami jsou ponechány pauzy přibližně 30–60 vteřin pro odpaření rozpouštědla a vytvrzení šelaku.

Aplikace proběhla v rozmezí dvou dnů 19. a 20. 11. 2019 těmito kroky:

1. Hrany prkének jemně strhnuty BP zrnitosti 400.
2. Nová prkénka po směru vláken jemně obroušena BP zrnitosti 400, aby se dosáhlo povrchu podobnějšího starším prkénkám, který byl už z dřívějších dob opracován.
3. Nanesena první „izolační“ vrstva zředěného šelaku alkoholem (Líh technický Severochema) v poměru 1:1;
 - a. Naneseme směs na vnější část polné aplikátorem.
 - b. Šelak se nanáší v krouživých pohybech „8“ střídavě napříč a po směru vláken. Polná se nesmí nikdy zastavit na povrchu a nesmí se s ní začít jinde nežli z poza kraje. Jedině tak nenechá stopy.
 - c. Pokud začne šelak na polné lepit, obnovíme ho alkoholem, nebo posuneme látku.
 - d. Na všechny tři vzorky se v této první vrstvě použilo dohromady celkem 15 ml směsi na 10–13 vrstev na každý vzorek.
4. Po dvou hodinách přebrousíme jemně P400.
5. Další vrstvy aplikovány také v poměru 1:1;
 - a. Takto naneseno 5 ml směsi na 3–5 vrstev na každý vzorek.
6. Necháno přes noc vytvrdnout (15 h).
7. Jemně přebroušeno brusným papírem P400 po směru vláken.
8. Opět nanášeny vrstvy roztoku v poměru 1:1;
 - a. Takto naneseno 15 ml směsi na 10–13 vrstev na každý vzorek

4.2 Metodika testování, přístroje, měřidla, nástroje a pomůcky

Pro vyhodnocení a zápis výsledků zkoušek a testování bylo využito programu Excel společnosti Microsoft. Tentýž program byl použit na zpracování tabulek s průmery a jednodušších spojnicových grafů. Statistica 13 společnosti StatSoft byla využita pro tvorbu svorkových grafů, Tukey HSD testů. Tukey testy se zde nastavovaly pro hladinu významnosti 95 %. Svorkové grafy s 95 % intervalem spolehlivosti.

Nejprve byly provedeny zkoušky nedestruktivní:

- **Zkouška stárnutí v xenonové komoře**
- Spektrofotometrem byly měřeny společně **změny barvy** a leskoměrem **lesk** při 60 ° úhlu.

Následně probíhaly zkoušky destruktivní:

- **Zkouška působení studených kapalin (voda) dle ČSN EN 12720+A1**
- **Změna přilnavosti nátěru Mřížkovou zkouškou dle ČSN EN ISO 2409**
- **Změna tvrdosti nátěrů podle ČSN 67 3075.**

Veškeré testy byly provedeny pro úpravy olej, vosk, šelak, bez nátěru, a to na SS1, SS2 i NS. Číselné hodnoty naměřených hodnot se zapisovali do tabulky programu Excel.

Měření spektrofotometrem a leskoměrem probíhaly před stárnutím v xenotestu, poté po 24; 48; 96; 168 a 240 hodinách stárnutí u poloviny zkušebních těles každé varianty

Společné měření změny barvy a lesku probíhalo i u těles, na které působila studená voda. Měření proběhlo před působením a po 24 h působení. Polovina testovaných těles testovaných na působení studené vody byla před aplikací vody stárnutá v komoře po 240 h. Byla tak využita polovina zkušebních těles z testování stárnutím, která se vyhodnocovala pouze leskoměrem a spektrofotometrem.

Zbytek vzorků – opět před umělým i po 240 h umělého stárnutí bylo dohromady využito pro testování přilnavosti a změny tvrdosti. Zde uz lesk a změna barvy měřeny nebyly.

4.2.1 Umělé stárnutí dle ČSN EN 15187

Pro umělé stárnutí interiérových nátěrů se využila modifikovaná norma ČSN EN 15187. Honocení odolnosti vůči působení světla. Xenonová komora byla nastavena na režim uvedený v tabulce č. 8. Testováno bylo celkem 48 zkušebních těles, tedy polovina všech vyrobených vzorků k žadě variaty. Tato zkušební tělesa se před vložení do komory v čase 0 změřila spektrofotometrem (Obr. č. 17) na dvou odlišných místech a byly do tabulky odečteny hodnoty kalometrických souřadnic L, a, b. následně bylo provedeno měření lesku leskoměrem, opět na dvou místech každého vzorku, a to v podélném směru vláken (Obr. č. 15) a zapsány hodnoty při 60 ° úhlu pod indexy G1 a G2. Vzorky se nakladly náhodně do xenonové komory (Obr. č. 18) a následně rozložil, aby se nedotýkaly. Takovéto měření barvy a lesku poté probíhalo stejným způsobem na stejných místech zkušebních těles po 24; 48; 96; 168 a 240 hodinách. Celkem bylo za 240 hodin na zkušební tělesa působeno energií o hodnotě přibližně 47 512,85 kJ / m².

Tabulka 8: Nastavení xenonové komory pro test stárnutí

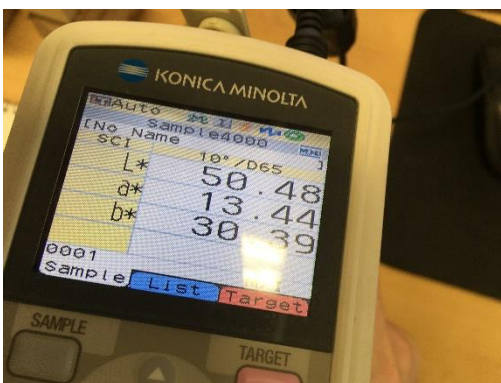
Krok	Zaření mezi 300 – 400 nm	Relativní vlhkost vzduchu	Teplota černého panelu	Teplota vzduchu v komoře	Doba trvání cyklu	Celkové záření
	W/m ²	%	°C	°C	h	300 – 800 nm
1.	55	70	60	40	6	714 W/m ²
2.	55	30	80	50	6	714 W/m ²
Celkem	-	-	-	-	240	47512,85 kJ/m ²



Obrázek 14: Display leskoměru po naměření hodnot



Obrázek 15: Přiložení leskoměru rovnoběžně s vlákny vzorku



Obrázek 16: Naměřené hodnoty spektrofotometru



Obrázek 17: Přiložení spektrofotometru ke vzorku



Obrázek 18: Rozložení zkušebních těles před zahájením umělého zetažení v komoře

Přístroje, pomůcky, nástroje

Xenonová testovací komora Q-SUN XE-3 XENON TEST CHAMBER.



Obrázek 19: Xenonová komora Q-SUN XE-3

Xenonové komory Q-SUN dokáží otestovat materiály, které jsou simulovaně vystaveny přímému slunečnímu záření, slunečnímu záření skrze okenní sklo nebo vnitřnímu osvětlení. Xe – 3 disponuje třemi separovanými xenonovými lampami pro větší kapacitu. Zásobník na vzorky má rozměry 451 x 718 mm. Nabízí kontrolu teploty černým panelem a kontrolu relativní vlhkosti (<https://www.q-lab.com/>).

Leskoměr Gloss Meter – MG268-F2



Obrázek 20: Leskoměr Gloss Meter – MG268-F2

Tabulka 9: vlastnosti leskoměru (<https://glossmeter268.com/gloss-meter-mg268-f2/>)

Rozsah měření	0 ~ 199.9 ~ 2000 GU
Odchylka	±1.5; ±1.5% GU
Measuring Area	9×10 / 9×16 / 5×39 mm ²
Úhel měření	20/60 / 85 °
Rozměry	155 x 48 x 75 mm
Hmotnost	400 g

Přístroj, kterým lze měřit lesk na všech rovných plochách. Princip reflektometru spočívá na měření odraženého paprsku. Přitom se měří intenzita odraženého světla v úzkém rozsahu úhlu odrazu. Intenzita odraženého světla závisí na materiálu a na úhlu dopadu světla. Zbytek neodraženého světla vnikne do materiálu a podle barevného odstínu se zčásti absorbuje nebo difuzně rozptýlí (<http://www.hrubkomery.eu/>)

Měření je nedestruktivní zkouškou. Před měřením se přístroj kalibruje v jeho krytu. Přístroj se přiloží k ploše vzorku a stiknutím tlačítka se na displayi zobrazí naměřené hodnoty 20, 60 a 80 ° úhlů. Úhel 60° je použitelný pro všechny nátěry, byl použit i pro měření lesku v této práci. Použitá norma ČSN EN ISO 2813 byla modifikována při postupu v této práci (kvůli menším plochám vzorků, a tak nižším počtem měření).

Lesk se rozlišuje do těchto tříd dle koeficientu odrazu (dále jako KO)
(Pánek, 2015):

Tabulka 10: Rozlišení lesku podle Pánka (2015)

a) Matný:	KO do 10
b) Polomatný:	KO 10–35
c) Pololesklý:	KO 35–60
d) Lesklý:	KO 60–80
e) Vysoce lesklý:	KO více jak 80

Ruční spektrofotometr



Obrázek 21: Ruční spektrofotometr KONICA MINOLTACM-600d

Tabulka 11: Vlastnosti využitého spektrofotometru (<http://www.anamet.cz/prenosny-spektrofotometr-cm-700600d>)

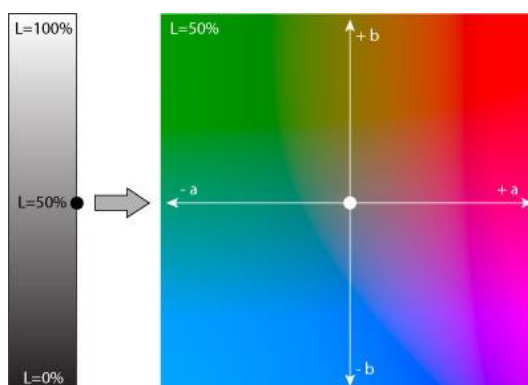
Výrobce	KONICA MINOLTA
Model	CM-600d
Rozklad záření	fotomřížka
Spektrum	400 nm – 700 nm
1 krok spektra	10 nm
Doba měření	cca 1 s
Zdroj osvětlení	Pulzní xrononová výbojka (s UV filtrem)
Měřenná plocha	Φ8 mm
Osvětlená plocha	Φ11 mm
Osvětlení	CIE: A, C, D50, D65, F2, F6, F7, F8, F10, F11, F12
Úhel snímání	2°, 10°

Meření je nedestruktivní zkouškou. Před měřením se přístroj kalibruje v přiloženém krytu. Poté se kryt sundá a kruhová plocha se plným obsahem položí k měřenému místu. Přístroj stisknutím tlačítka změří hodnoty L, a, b, tedy kalometrické souřadnice.

„Podobně jako RGB potřebuje i LAB model tři veličiny pro popis barvy. Složka **L** je **Luminance** s hodnotami od 0 do 100 % (0 % = černá, 100 % = bílá) a popisuje tedy jas bodu. Složky **a** a **b** potom popisují barvu bodu, přičemž **a** ve směru červeno/zeleném, **b** ve směru modro/žlutém.“

(https://web.archive.org/web/20170720105800/http://fotoroman.cz/glossary/3_lab.htm)

Souřadnice L se pohybuje v rozmezí 0–100. Souřadnice a a b v rozmezí od –60 do +60 (Sehstedt-Persson, 2003).



Obrázek 22: Souřadnicový systém kalorimetrických hodnot L, a, b
(https://web.archive.org/web/20170720105800/http://fotoroman.cz/glossary/3_lab.htm)

Postup stanovení barevných změn byl zde proveden dle normy CIE 1976. Počítají se hodnoty Hodnoty ΔL , Δa , Δb a celkový barevný rozdíl, který se zhodnotí dle tabulky č. 12 (Pánek, 2015):

$$\Delta L^* = L_2 - L_1$$

$$\Delta a^* = a_2 - a_1$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*{}^2 + \Delta a^*{}^2 + \Delta b^*{}^2)}$$

Tabulka 12: Rozsah barevné diference ΔE^* (Pánek, 2015)

$0,2 < \Delta E^*$	neviditelný rozdíl
$0,2 < \Delta E^* < 2$	malý rozdíl
$2 < \Delta E^* < 3$	barevná změna viditelná s vysoce kvalitním filtrem
$3 < \Delta E^* < 6$	barevná změna viditelná se středně kvalitním filtrem
$6 < \Delta E^* < 12$	vysoké barevné změny
$\Delta E^* > 12$	odlišná barva

4.2.2 Změna tvrdosti dle ČSN 67 3075

Tužkový test změny tvrdosti nátěru podle ČSN 67 3075 byl proveden na stejných tělesech jako zkouška přilnavosti. Na každém tělese se provedly na odlišných místech dva přejezdy přístrojem TQC s tužkami odstupňovanými dle tvrdosti od nejměkčí (3B) po tvrdší do té doby, dokud se neobjevil nepřetržitý vryp (pokud se objevil). Pojezdy se prováděly na místech tak, aby neprotly provedené mřížky z testu přilnavosti nátěru. Z důvodu menších rozměrů těles, musela i tady být norma modifikována.

Přístroje, pomůcky, nástroje

Tužkový test tvrdosti nátěru (Wolff-Wilborn test)



Obrázek 23: Kvádr TQC ro tužkový test změny tvrdosti

Výrobce kvádrů	TQC
Model	VF2378-322
Hmotnost kvádrů	750 g
Výrobce tužek	KOH-I-NOOR
Tvrdosti tužek	3B;2B;B;HB;F;H;2H;3H;4H;5H;6H;7H;8H;9H

Sada tužek s pojízdňým kovovým kvádrem

4.2.3 Přilnavost nátěru dle ČSN EN ISO 2409

Testování přilnavosti proběhlo mřížkovým testem dle modifikované normy ČSN EN ISO 2409. Ke zkoušce bylo využito 48 zkušebních těles. 24 ze zkoušky stárnutí (X13 – X34) a 24 těles dosud nevyužitých (X17 – X38) Soustavou žilettek se rovnoměrně tlačilo na povrch těles silou tak, aby šly řezy až k podkladovému materiálu (Obr. č. 24). Na každém zkušebním tělese byly provedeny dvě mřížky, na které se následně nalepila samolepící páska a odtrhla pod úhlem 90°.



Obrázek 24: Zkoušky přilnavosti a tvrdosti nátěrů na šelakových tělesech z NS

Tabulka 13: Tabulka pro vbyhodnocení přilnavosti mřížkovou zkouškou (Liptáková, 2001)

Stupeň	Popis rozsahu poškození
0	Žadné viditelné poškození řezů, rohy celé bez nejmenšího odloupenutí nátěru.
1	Drobné poškození rohů řezů nepřesahující 5 % z celkové plochy mřížky.
2	Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížící se řezy. Poškození je v rozmezí 5 – 15 % z plochy mřížky
3	Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížující se řezy. Odtrhnutí některých nařezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 15 - 35 % z plochy mřížky.
4	Drobné poškození rohů, kde se setkávají křížující se řezy. Výrazné odtrhnutí nařezaných čtverečků. Poškození je v rozmezí 35 – 65 % z plochy mřížky.
5	Odtrhnutí při zkoušce je z větší plochy jako v případě stupně 4.

Přístroje, pomůcky, nástroje

Soustava spojených žiletek

Sada dvou soustav po 5 kusech slepeny a vymezeny distančními 2 mm silnými podložkami (Obr. č. 25). Odtrhnutí bylo provedeno s průhlednou PP páskou Scotch 3M.



Obrázek 25: Jedna ze soustav žiletek pro testování přilnavosti nátěrů

4.2.4 Působení studených kapalin dle ČSN EN 12720+A1

Testování proběhlo dle modifikované normy **ČSN EN 12720 + A1**. Testována byla pouze studená destilovaná voda, jako nejběžnější kapalina, která může s povrchem nábytku přijít do styku. Bavlněná vlna organického původu byla napuštěna destilovanou vodou, vložena do víčka a položena na zkušební tělesa tak, aby se maximalizovala plocha pro využití a zároveň víčko nepřechýlovalo přes okraj (Obr. č. 26). Před testováním v čase 0 byla provedeno měření barvy a lesku. Na každé ploše, na kterou se víčka položila se měřily hodnoty barvy a lesku na dvou místech. Po 24 hodinách působení, se odejmula víčka, zbylá povrchová vlhkost se vysušila bavlnou a měření lesku a barvy opět proběhlo za dalších 24 hodin. Celkem bylo na test se studenou kapalinou využito 48 zkušebních těles; 24 zestárých po 240 hodinách v xenotestu (X11–X32) a 24 zatím nevyužitých těles, která byla zatím uložena ve tmě v pokojové teplotě (X15–X36). Po posledním měření lesku a barvy bylo provedeno také vizuální subjektivní hodnocení působení kapaliny okem.



Obrázek 26: Aplikace studené vody na zkušební tělesa

Přístroje, pomůcky, nástroje

Vzhledem k menším rozměrům vzorků, nemohly být použity Petriho misky tak, aby voda nemohla z misky neunikala tečením, nebo větším výparem. Byly proto použity **PET víčka** běžného průměru 28 mm (Obr. č. 27), dále **bavlněná vata** a **studená destilovaná voda**.



Obrázek 27: PET víčka pro test působení vody

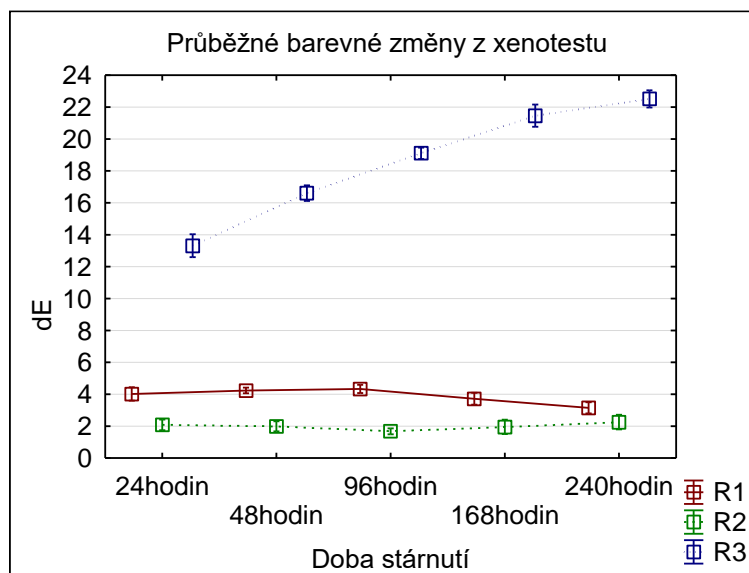
5 Výsledky testování

5.1 Stárnutí

Změna barvy

Referenční vzorky

Aritmetické průměry u sad vzorků bez nátěrů hodnot L, a, b pro časy 0; 24; 48; 96 ;168 a 240 hodin ukazují tabulka a grafy v příloze č. 1. Největší rozdíl v jasu dle hodnoty L byl stanoven u vzorku novějšího NS, ten ztmavil za 240 hodin o 15,14 bodů. Pro vzorky SS1 a SS2 se zde rozdíl jasu projevil minimálně, přibližně o 1 bod. Vzorky NS 2 dle průměrů dokonce zesvětlaly o 1,46 bodu. Na konci testování byly staré vzorky tmavší než vzorky nové. Vzorky SS1 a SS2 během prvních 24 hodin přesunuly odstín červené k zelené. Během následujících hodin, až do 240 se odstín vracel zpět více k červené, nedosáhl však ani v jednom případě původní hodnoty. Vzorek NS naproti tomu po celou dobu červvenal až na konci testování dosáhl podobných hodnot jako vzorky staré. Souřadnice modrého a žlutého odstínu se chovaly podobně. U starých vzorků opět nastal pád po 24 hodinách více do modré, následně hodnoty rostly nahoru avšak na konci testování nedosáhly původních hodnot. Nový vzorek zde měl o něco žlutější odstín než vzorky staré.



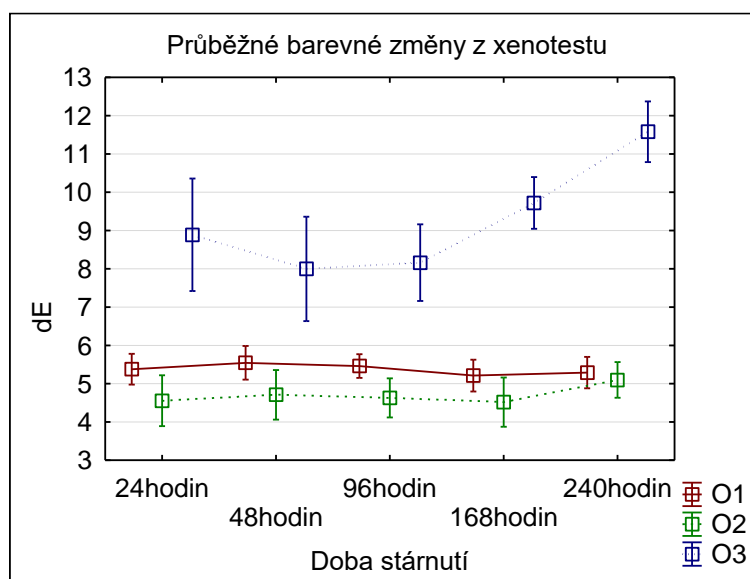
Graf 1: Průběžné celkové barevné změny referenčních vzorků po stárnutí v xenonové komoře

Graf porovnává celkové barevné změny referenčních těles bez nátěrů během testování. Největší barevné změny dosáhly vzorky NS, který

během 240 hodin s průměrem 22,51. dE^* nabraly hodnoty pro „odlišnou barvu“. Vzorky SS1 a SS2 měly průměrné hodnoty dE^* po 240 hodinách 2,26 a 3,15. Pro SS1 je to „barevná změna viditelná s vysoce kvalitním filtrem“ a pro SS2 „barevná změna viditelná středně kvalitním filtrem“.

Vzorky s olejem

Aritmetické průměry u sad vzorků s olejovým nátěrem hodnot L, a,b pro časy 0; 24; 48; 96; 168 a 240 hodin ukazují tabulka a grafy v příloze č. 2. Hodnoty jasu klesaly postupně u všech vzorků. Nejvíce od původní hodnoty ztmavli pod 240 hodinách vzorek NS. Odstín z červené na zelenou klesl po 24 hodinách u všech vzorků. Postupem času se vracel zpět k červenějšímu odstínu, avšak původní hodnotu dosáhl a překonal o pár desetín jen vzorek NS. U Starších vzorků po 24 hodinách opět klesl i odstín ze žluté do modré, zde se však dále výrazněji neměnil. Zpět ke žluté se měnil vzorek NS, nedosáhl však původních hodnot.



Graf 2: Průběžné celkové barevné změny olejovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře

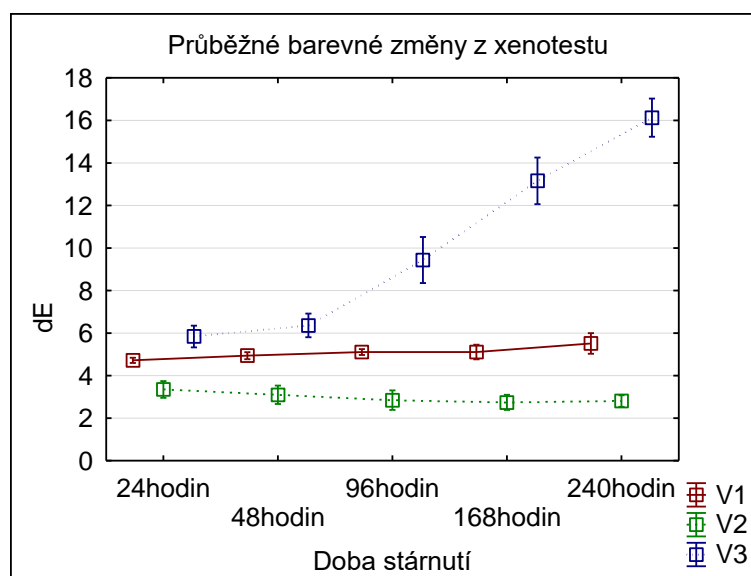
Stejně jako u referenčních vzorků bez nátěru i zde u ochrany olejem, se největší barevné změny projeví u NS. Nejprudší změna nastala kromě 24 hodin také od 96 hodin, kdy vzorky končily na 240 hodinách s hodnotou dE^* 11,34 a dosáhly tak „Vysoké barevné změny“. Změna už tedy není tak rapidní jako u referenčních vzorků, pořád je ale více než 2x větší než u starších vzorků se stejnou ochranou. Vzorky SS1 a SS2 nedosáhly tak výrazné barevné

změny a skončily podobně na hodnotách 5,06 a 5,2 se zařazením do „Barevná změna viditelná se středně kvalitním filtrem“.

Vzorky s voskem

Aritmetické průměry u sad vzorků s voskovým nátěrem hodnot L, a,b pro časy 0; 24; 48; 96 ;168 a 240 hodin ukazují tabulka a grafy v příloze č. 3.

Jas klesl u všech vzorků. Nejvíce u NS, následně SS2. po prvních 24 hodinách se posunul odstín z červené na zelenou u všech vzorků. U starších vzorků se pak jen velmi málo vracel zpět do červených odstínů. NS výrazně překročil původní hodnotu a po 240 měl červený odstín podobný SS2. u hodnoty „b“ podobně kopírovaly křivky jako u hodnot „a“. Vzorky NS však dostaly výrazněji větší žlutý odstín oproti vzorkům starším.



Graf 3: Průběžné celkové barevné změny voskovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře

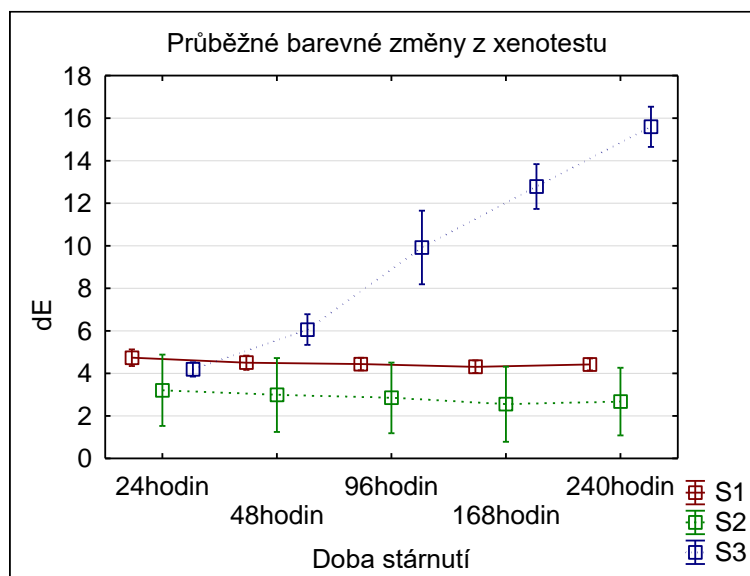
Celková barevná změna proběhla opět nejvíce u vzorků NS. Zde měly po 240 hodinách hodnoty 16,1 a šlo tak o „Odlišnou barvu“. Pro SS1 s hodnotou 2,76 šlo o „Barevnou změnu viditelnou s vysoce kvalitním filtrem“ a pro SS2 s 5,43 o „barevnou změnu viditelnou se středně kvalitním filtrem.“

Vzorky se šelakem

Aritmetické průměry u sad vzorků s šelakovou politurou hodnot L, a,b pro časy 0; 24; 48; 96 ;168 a 240 hodin ukazují tabulka a grafy v příloze č. 4.

Starší vzorky se šelakem po expozici v komoře ztmavly minimálně o přibližně 2 – 3 body. Novější NS ztmavly opět o něco více. Přechody z červeného na

zalený odstín zde probíhaly podobně jako v předchozím případě. Starší vzorky přešly na méně červenou a následně se jim hodnoty vracely, nedosáhly však původních hodnot. Vzorky NS více a více červenaly od prvního měření až do posledního měření v 240 hodinách. Všechny vzorky po 24 hodinách přešli lehce ze žlutějšího na méně žlutý odstín. Starší vzorky se i po dalších měření držely u podobných hodnot, vzorky NS překonaly předchozí hodnoty „b“ a dostaly tak výraznější žlutý odstín než ostatní vzorky.

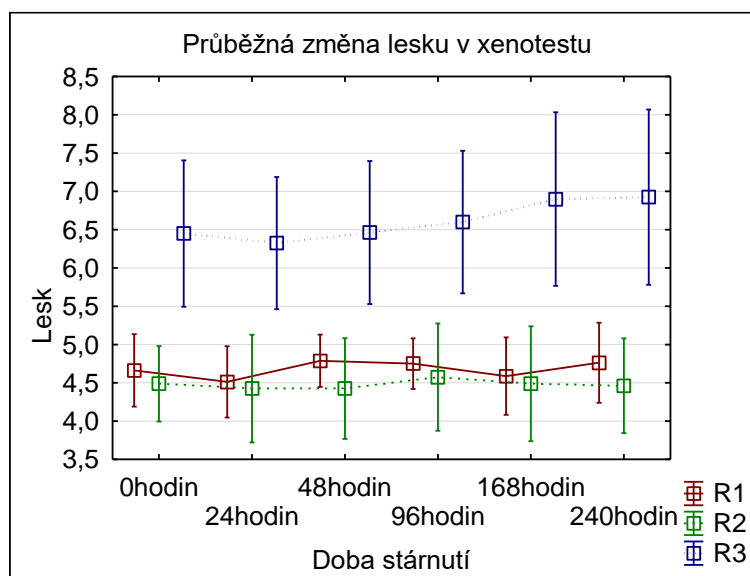


Graf 4: Průběžné celkové barevné změny šelakových vzorků po stárnutí v xenonové komoře

Celková barevná změna šelakové politory se velmi podobá výsledkům vzorků s voskem. Njvýraznější změnou proběhly vzorky NS, které se dostaly do „odlišné barvy“ s průměrnou hodnotou 15,55.

Změna lesku

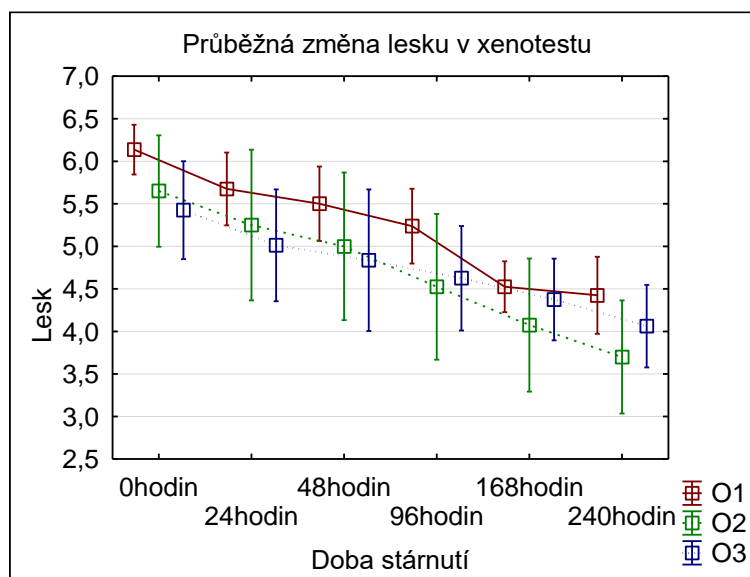
Referenční vzorky



Graf 5: Průběžné změny lesku referenčních vzorků po stárnutí v xenonové komoře

Lesk u referenčních vzorků bez nátěru byl největší u nových vzorků NS, u kterých se i na 240 hodinách celkově zvýšil. U vzorků starších lesk kolísal a na 24 hodinách se ustálil na podobných hodnotách, jako před umělým stárnutím. U všech vzorků šlo však po celou dobu o lesk „Matný“

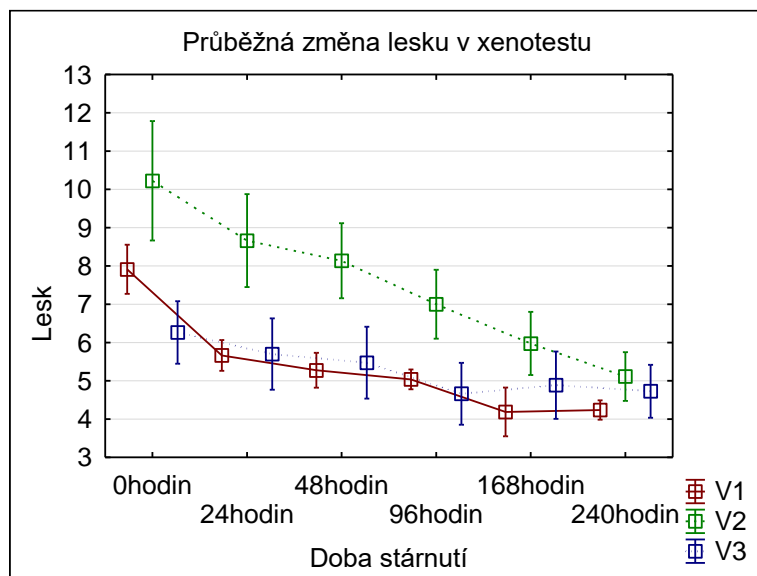
Vzorky s olejem



Graf 6: Průběžné změny lesku olejovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře

U všech vzorků s olejovou ochranou klesal lesk v průběhu testování podobným trendem. Všechny vzorky skončily na 240 hodinách s leskem nižším minimálně o bod. Opět zde šlo po celou dobu testování o vzorky s lekem „Matným“.

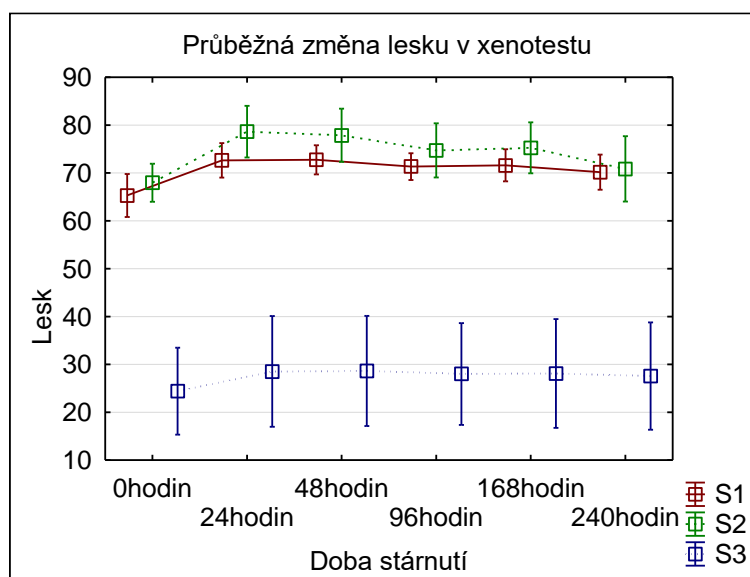
Vzorky s voskem



Graf 7: Průběžné změny lesku voskovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře

Vzorky navoskované měly tendenci ztrácet lesk. Starší vzorky SS1 ztrácely lesk po celou dobu měření. SS2 se ustálily s hodnotami lesku na 168 hodinách a nové vzorky NS začaly lesk neztrácet již na 96 hodinách. Pouze staré vzorky SS1 se dostali z lesku „polomatný“ na „matný“. Ostatní byly od začátku testování v kategorii „matný“.

Vzorky se šelakem

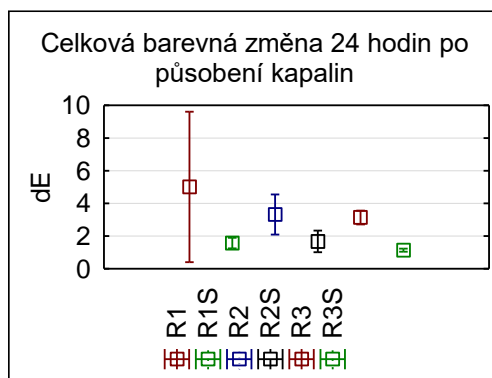


Graf 8: Průběžné změny lesku ršelakových vzorků po stárnutí v xenonové komo

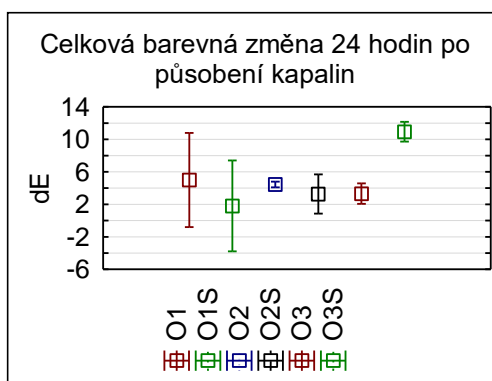
Šaleková politura nabývala podle očekávání největších hodnot. Po prvních 24 hodinách se lesk zvýšil u všech testovaných vzorků. V dalších etapách se lesk snižoval, ale neprotl původní hodnoty. Nejvyšších hodnot nabývaly hodnoty pro starší vzorky, kde se držely v rozmezí „lesklé“. Novější vzorek NS byl po celou dobu v kategorii „polomatný“.

5.2 Působení studené vody

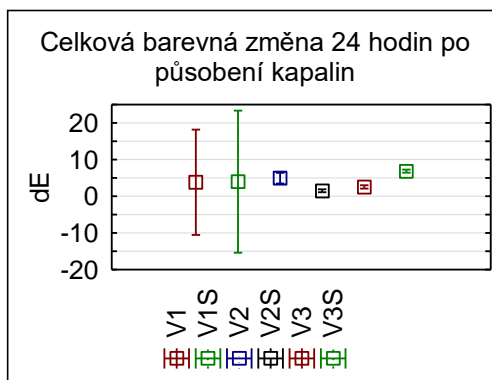
Změna barvy



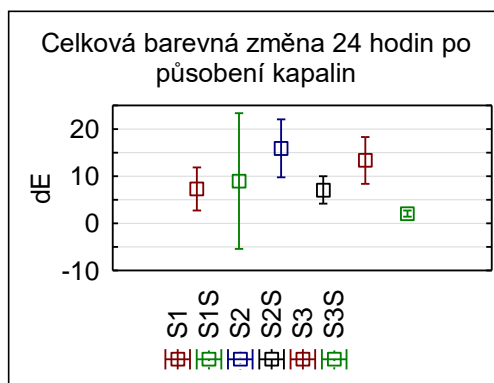
Graf 9: Celková barevná změna referenčních vzorků po 24 h působení vody



Graf 10: Celková barevná změna olejovaných vzorků po 24 h působení vody



Graf 11: Celková barevná změna voskovaných vzorků po 24 h působení vody



Graf 12: Celková barevná změna šelakových vzorků po 24 h působení vody

Celková barevná změna u referenčních vzorků byla největší u starších vzorků SS2 bez zestárnutí. U olejovaných vzorků proběhly největší barevné změny u zestárnutého NS. U voskovaných vzorků byly rozdíly mezi jednotlivými druhy podkladu nejménší. Největších průměrů ale i zde dosahovaly novější zestárlé vzorky. U šelakové politory tomu bylo naopak. Nové zestárlé vzorky zde vykázaly největší barvostálost.

Změna lesku

Jak naznačují grafy v přílohách č. 5-8, lesk všech vzorků zestárlých i nezestárlých vykazoval nižší hodnoty na všech povrchových úpravách, kromě reference NS, která vykazovala zvýšený lesk.

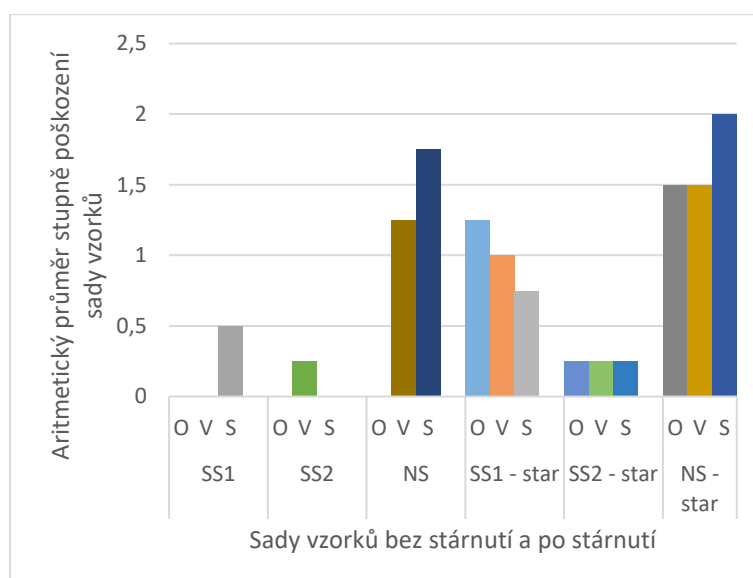
Vizuální subjektivní hodnocení

Na vzorcích se šelakem vystavených studenou vodou se objevily bílé stopy (Obr. č. 28). Především na předem zestárlých v xenotestu. Z referenčních vzorků byl bez změny pouze NS bez zestárnutí. Ostatní referenční vzorky lehké vykazovaly projevy „rozpití“, a to především opět zestárlé sady. U Vzorků s olejem a voskem nebyly zaznamenány subjektivní změny.



Obrázek 28: Působení vlhkosti na šelakové vzorky (nalevo zestařeno 240 h předem v xenonové komoře, napravo nikoliv)

5.3 Přílnavost



Graf 13: Srovnání všech sad po mřížkové zkoušce přílnavosti nátěru

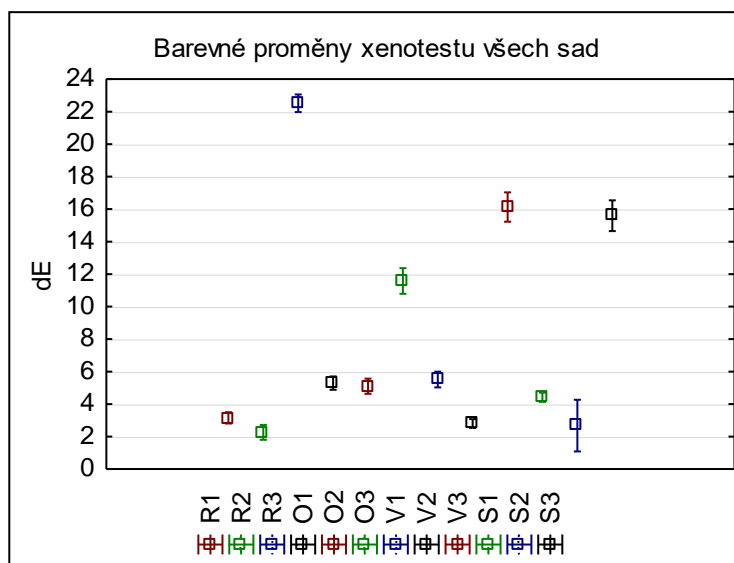
Graf č. 13 porovnává sady 48 zkušebních vzorků. Polovinou nezestárlých a polovinou zestárlých („star“). Žádný ze vzorků nedosáhl maximálních stupňů 4 nebo 5. Nejvyššího poškození 3 dosáhl vzorek S33 (šelaková politura na NS). Nejvyššího poškození průměru celé sady tak dosáhla zestárlá sada šelaku NS s hodnotou 2. Následuje sada šelaku na nezestárlém NS s průměrovou hodnotou 1,75. Nulové poskození naopak vykazují výsledky na nezestárlých olej a vosk SS1, nezestárlých olej a šelak SS2 a nezestárlého olej NS.

Největší poškození od největšího po nejmenší tak vzniklo na vzorcích z mladšího smrkového dřeva, především na zestárlých vzorcích se šelakem (2), olejem (1,5) a voskem (1,5). Následují nezestárlé vzorky opět novějšího smrku se šelakem (1,75) a voskem (1,25), ale bez známek poškození vzorků s olejem (0). Menší poškození následně utrpěly povrchové úpravy starého smrku (SS1) v pořadí: olej (1,25), vosk (1), šelak (0,75). Půl bodový průměr získala šelaková úprava SS1. Dále vyšel test s 0,25 pro voskovou úpravu nezestárlého SS2 a také po 0,25 u všech variant oleje, vosku a šelaku pro zestárlé vzorky z SS2.

5.4 Tvrdost

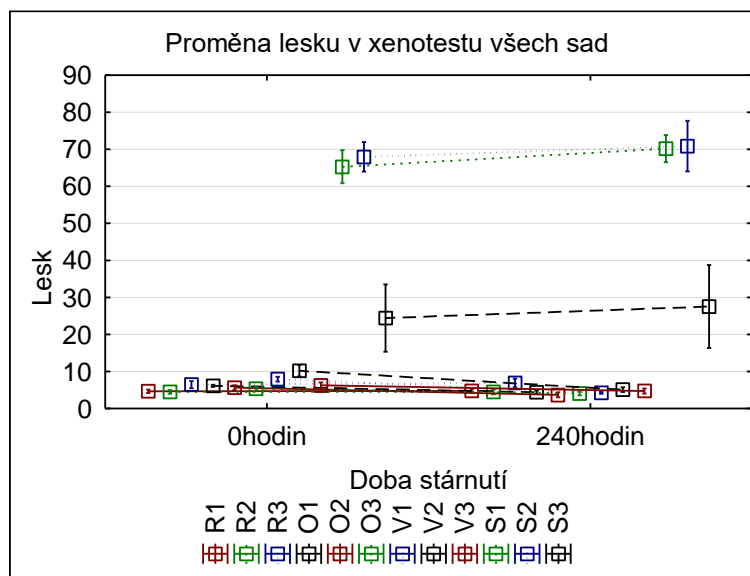
Do všech zkušebních těles udělala první testovaná nejměkčí tužka tvrdosti 3B namixálně na druhý pojezd rukou neodstranitelný trvalý vryp.

5.5 Komplexní porovnání výsledků



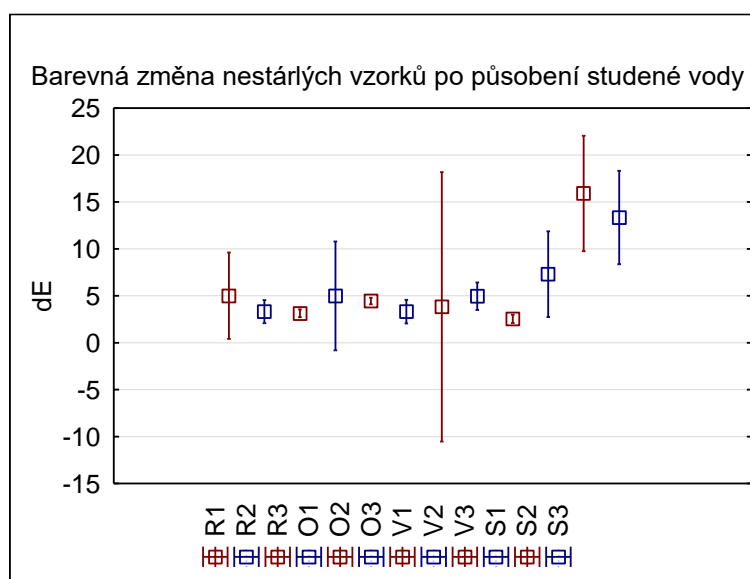
Graf 14: Porovnání celkových barevných změn po 240 h všech sad využitých v umělém stárnutí xenotestem

Z grafu č. 14 lze vyčíst, že největší barevné proměny pod 240 hodinách v xenotestu zaznamenaly referenční vzorky NS, které získaly odlišnou barvu společně se vzorky NS, které měli aplikaci vosku a NS s aplikací šelaku. Další významnou hodnotu na hranici vysoké barevné změny a odlišné barvy měly opět nové vzorky NS tentokrát s olejovou úpravou.

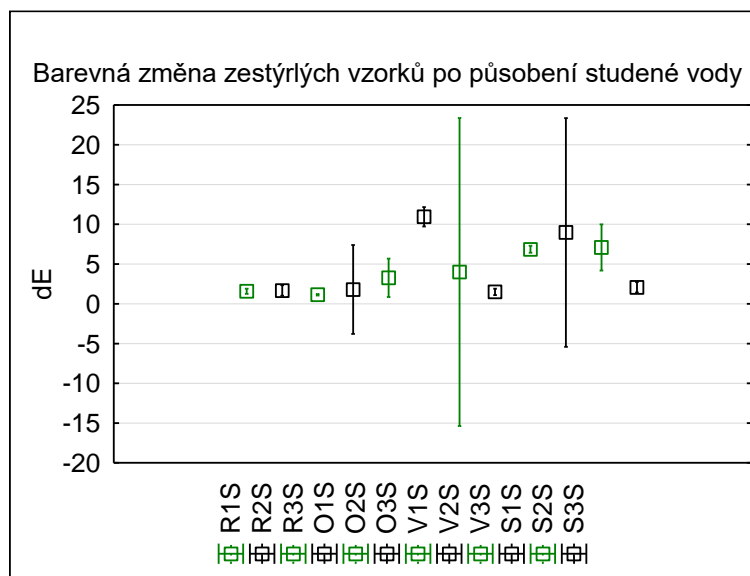


Graf 15: Porovnání změn lesku před a po 240 h všech sad využitých v umělém stárnutí xenotestem

V proměně lesku mají za 240 hodin stoupající trend pouze sady s šelakem (Graf č. 15). Ostatní sady vykazují velmi pozvolný pokles, případně velmi malé kolísání.



Graf 16: Celková barevná změna vzorků, které nebyly uměle zestařeny, po 24 h působení vody



Graf 17: Celková barevná změna vzorků, které byly uměle zestařeny, po 24 h působení vody

Samotné stárnutí v xenotestu (kap. 5.1) vykázalo, že nejlepší barvostálost měly vždy starší sady, oproti NS. Látky, díky kterým vzorky jevíly v průměru nejmenší barevné změny po stárnutí 240 hodin byl u starších vzorků šelak, následovaný voskem a olejem a u novějších ve stejném pořadí účinnosti olej, šelak, vosk. Statisticky nejvýznamější rozdíly mezi sadami vykazují po 240 hodinovém stárnutí vzorky oleje a referencí NS (Příloha č. 9). Výsledky kapitoly 5.2 a Grafy č. 16 a 17 ukázaly, že studená voda působí na změnu barvy nejvíce u nezestárlých vzorků se šelakovou úpravou. U vosku a oleje byly pro tyto dvě úpravy nezestárlých vzorků barevné změny podobné a menší než u šelaku. Statisticky významné rozdíly (Příloha č. 11) zde byly od ostatních sad hlavně u šelakové politury na starších vzorcích ze SS1 a dále i na šelakové polituře na nových vzorcích z NS. U uměle zestárlých vzorků měla voda největší vliv na celkové barevné změny u olejové úpravy, avšak jenom u nových vzorků. Největší barevné změny u vzorků starších zestárlých po aplikaci vody měl šelak. Zde popisuje statisticky významné rozdíly Příloha č. 12. Oproti ostatním sadám kromě vzorkům se šelakem z SS2 zde měly největší rozdíly vzorky z nového NS s olejem.

Během v xenonové komoře olejové i voskové úpravy všech vzorků ztrácely lesk podobně. Nejmeně klesal lesk šelakovým politurám, které ho na konci testování měly dokonce o něco vyšší než na začátku. Statisticky významné rozdíly (Příloha č. 10) sad po ukončení stárnutí v komoře mají

šelakové politury. Výjimkou je mezi šelakovou politurou na vzorku z SS1 a politurou na vzorku z SS2. Čím větší byl lesk zestárých i nezestárých vzorků před aplikací vody, tím větší byla jeho ztráta po aplikaci. U olejových i voskových nátěrů ztrácely lesk více zestárlé vzorky, kdežto u šelaku ztrácely lesk více vzorky nezestárlé (viz grafy fole). Není patrný významný rozdíl ztráty lesku mezi staršími a novějšími sadami po působení vody. Statisticky významné a nevýznamné rozdíly nezestárlých a zestárlých sad lesku po aplikaci vody je zanesen do Příloh č. 13 a 14.

V testu tvrdosti nátěru měly vzorky bez rozdílu stáří, umělého zestaření, nebno povrchové úpravy nejmenší možnou tvrdost. Nejlepší přilnavost na starých ale i nových nezestárlých vzorcích měl olej. U starších vzorků zestárlých měl nejlepší přilnavost šelak. U zestárlých nových vzorků vycházel s lepší přilnavostí o něco lépe vosk a olej nežli šelak, přesto šlo o jedny z nejhorší výsledky v tomto testu.

6 Diskuze

Vzhledem k praktičnost se dále budou diskutovat zejména výsledky uměle zestárých vzorků u kterých proběhla v komoře změna mikroklíma, a to jak změna relativní vlhkosti, tak i teploty.

Barevné změny

U všech testovaných nových sad NS se potvrdilo, že použitím jakéhokoliv z testovaných z nátěrových systémů zlepší ochranu před barevnou změnou způsobenou vlivem působení změn vzdušné vlhkosti a UV záření. U starých sad zřejmě nátěry „prokreslí“ starou strukturu a s postupem degradace nátěrů jsou barevné změny větší než bez nátěrů.

Vzorky novějších těles NS u všech nátěrových systémů nabyly po umělém zestárnutí větších barevných změn, potvrdilo se tak zachování tenké stárlé vrstvičky i po umytí, která již byla vystavena z dřívějších dob vnějším vlivům, především UV záření, které proniká jen do úzké vrstvy a iniciuje fotooxidaci ligninu ale i nečistotám (Burley et al., 2004); (Rábek, 1996). Navíc byly použity transparentní nátěrové systémy neobsahující krycí pigmenty. Barevné změny u natřených starých vzorků olejem a voskem, které byly uměle zestárnuty byly nejspíše větší než ty se šelakem, protože olej a vosk obecně proniká hlouběji, kdežto šelak více ulpí na povrchu, vytvoří silnější ochranu a má tak větší šanci na ochranu proti UV (Pourny a Renzi, 2014).

Působení studené vody na uměle zestárlé vzorky způsobilo větší barevné změny u oleje a vosku na nových vzorcích nežli na starých. To kopíruje trend z předešlého testu. Naopak u šelaku na nových vzorcích byly barevné změny nejmenší orpoti starým. Zjištění se šelakem je opačné zjištění než u předešlého testu. Šelak tak chrání po vystavení vlhkosti podklad smrku na novějších, ale zestárých površích lépe než na těch starých. Důvodem může být opět jeho silnější vrstva z důvodu větších nerovností NS povrch, kde mohl šelak ulpět ve větším množství. Byla ale potvrzena slabá ochrana šelaku vůči vodě, jak o ní píše například Flexner (1994), která je poznat na vybělaných místech vzorků (Obr. č. 28).

Změny lesku

Při umělém stárnutí bylo potvrzeno klesání hodnot lesků u všech testovaných sad, avšak jen velmi pomalu. Opačně se choval šelak, který nabýval na lesku. Stejně tedy jako u Šimůnkové et al. (2018) se zde nepotvrdila ztráta lesku šelakové politury a potvrzují se její výborné schopnosti zachovat si lesk v interiérových aplikacích (Pourny a Renzi, 2014).

Ztráta lesku se však potvrdila u všech nátěrů včetně šelaku po vystavení studené vodě po dobu 24 hodin. Dlouhodobě tak není žádný z nátěrů vhodný pro vystavování vodě.

Nebylo potvrzeno, že by starší sady (SS1, SS2) ztrácely lesk více, nežli nové NS a opačně.

Změna tvrdosti nátěru

V testování tvrdosti dopadly všechny sady podobně a neobstály ani nejměkčí tužku tvrdosti 3B a ani šelak zde nezískal pružnost, jako například u Šimůnkové et al. (2018), kteří však šelaku nanесли více, díky např. více vrstvám nátěrům štětcem.

Změna přilnavosti

Zhoršenou přilnavost měly oproti nezestárlým všechny sady. I zde se potvrzuje náchylnost šelaku, vosku i oleje na degradaci UV zářením a vzdušné vlhkosti. Nejvíce se, předvídavě, poškodily vzorky se šelakem kvůli jeho nejtlustší vrstvě mezi testovanými nátěry.

7 Závěry

Byly otestovány transparentní nátěrové systémy šelaku, oleje z vlašských ořechů a vosku na bázi směsi carnaubského a včelího vosku, které se nejdříve nechaly uměle zestárnout v xenotestu za změny teploty a vzdušné vlhkosti na barevné změny a změny lesku.

Novější vzorky jevíly výrazně menší barevné změny s jakýmkoliv z testovaných nátěrů než bez něj. Vzorky starší, vzhledem k již své z části degradovanému povrchu, vlivem především UV záření a dalších běžných interiérových vlivů, jevíly tyto změny ještě menší. Ulpěním silnější vrstvy šelaku na površích u takovýchto vzorků nastala u starých vzorků o něco menší barevná změna nežli u oleje a vosku. Po působení studené vody opět sledujeme barevné změny větší při ochraně nových vzorků olejem a voskem oproti šelaku. Šelak také chrání lépe testované novější vzorky v porovnání se starými. Obecně ale byla potvrzena špatná ochrana šelaku proti působící vodě a exponovaná místa zbělala.

Lesk klesal podobně u všech testovaných sad po umělém zestárnutí i po působení vody. Výjimkou je sada šelakové politura, která po působení v xenotestu lesk neztrácela.

Otestováním tvrdosti nátěru nebylo zjištěno, že by některá ze sad s nátěry odolala více než jiná.

Všechny uměle zestařené sady měly horší přilnavost nátěru než před zestařením. Nejhuře dopadl šelak z už výše zmíněné větší tloušťky filmu.

Testováním se podařilo zajistit odpovídající výsledky i vzhledem k modifikacím norem kvůli menším starým zkušebním tělesům, kromě nepotvrzení ztráty lesku u šelaku po umělém stárnutí v xenonové komoře, které by bylo dobré zopakovat jak na nových, tak na starých tělesech měkčích i tvrdších dřevin.

Výsledky se dají využít pro rozhodování, který z nátěrových systémů vybrat pro chtěné výsledky, kdy zvolit na opravu starožitností starší materiál na bázi smrkového či podobného dřeva a kdy raději zvolit materiál novější.

8 Seznam literatury a ostatních použitých zdrojů

ANSELL, Martin P. *Wood composites*. Amsterdam: Elsevier/WP, 2015. ISBN 978-1-78242-477-2.

BULIAN, Franco a Jon GRAYSTONE. *Wood coatings: theory and practice*. Amsterdam; Boston: Elsevier, 2009. ISBN 978-0-444-52840-7.

BURLEY, J., John YOUNGQUIST a Julian EVANS. *Encyclopedia of forest sciences*. Oxford: Elsevier, 2004. ISBN 978-0-12-145160-8.

FARJON, Aljos,. *A Handbook of the World's Conifers*. Brill Academic Publishers, 2010. ISBN 978-90-474-3062-9.

FARJON, Aljos a Denis FILER. *An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity, and conservation status*. Leiden; Boston, 2013. ISBN 978-90-04-21180-3.

FLEXNER, Bob. *Understanding wood finishing: how to select and apply the right finish*. Emmaus, Pa.: [New York]: Rodale Press, 1994. ISBN 978-0-87596-566-6.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. *Wood handbook: wood as an engineering material*. Honolulu, Hawaii: University Press of the Pacific, 2000. ISBN 978-0-89875-082-9.

HIEKE, Karel. *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1901-3.

HIGUCHI, Takayoshi,. *Biosynthesis and biodegradation of wood components*. Saint Louis: Elsevier Science, 1985. ISBN 978-0-323-14328-8.

HIGUCHI, Takayoshi. *Biochemistry and Molecular Biology of Wood*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1997. Springer Series in Wood Science. ISBN 978-3-642-64419-1.

HON, David N.-S. a Nobuo SHIRAIISHI. *Wood and cellulosic chemistry*. 2nd ed., rev.expanded. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 978-0-8247-0024-9.

JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc , 2007. ISBN 978-80-7182-213-4.

KÚDELA, Jozef. INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS a TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE, ed.. *Wood structure and properties '02: proceedings*. Zvolen: Arbora Publ. , 2002. ISBN 978-80-967088-9-5.

KUTZ, Myer. *Handbook of environmental degradation of materials*. Norwich, NY: William Andrew Pub., 2005. ISBN 978-1-59124-912-2.

LIPTÁKOVÁ, Eva. *Povrchová úprava: návody na cvičenia*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001. ISBN 80-228-0993-4.

MACKENTHUN, G. L.. The world's oldest living tree discovered in Sweden? A critical review. *New Journal of Botany* [online], 2015. ISSN 2042-3489, 2042-3497.

MILES, Harald. *Restaurování nábytku*. Čestlice; Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2002. ISBN 978-80-7234-227-3.

PLOMION, Christophe, Jean BOUSQUET a Chittaranjan KOLE. *Genetics, genomics and breeding of conifers* [online]. Enfield, N.H.; Boca Raton, Fla.: Science Publishers ; , 2011. ISBN 978-1-4398-7649-7.

POURNY, Christophe a Jen RENZI. *The furniture bible*. New York: Artisan, 2014. ISBN 978-1-57965-535-8.

RABEK, J. F. *Polymer photodegradation: mechanisms and experimental methods*. Springer, 1995. ISBN 978-94-011-1274-1.

RABEK, Jan F. *Photodegradation of Polymers: Physical Characteristics and Applications* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1996. ISBN 978-3-642-80090-0.

REINPRECHT, Ladislav. *Ochrana dreva: vysokoškolská učebnica. Ladislav Reinprecht*, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.

REINPRECHT, Ladislav. *Wood deterioration, protection, and maintenance*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Blackwell, 2016. ISBN 978-1-119-10653-1.

RIVERS, Shayne a Nick UMNEY. *Conservation of furniture*. Oxford, England ; Burlington, MA: Butterworth Heinemann, 2003. ISBN 978-0-7506-0958-6.

ROWELL, Roger M. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. 2013. B.m.: CRC Press, 2013. ISBN 9781439853801

ROWELL, Roger M., R. James BARBOUR. *Archaeological wood: properties, chemistry, and preservation*. Washington, DC: American Chemical Society, 1990. ISBN 978-0-8412-1623-5.

Sehlstedt-Persson, S.M. Colour responses to heat-treatment of extractives and sap from Pine and Spruce. In Proceedings of the 8th International IUFRO Wood Drying Conference, Brasov, Romania, 24–29 August 2003; pp. 459–464.

SKRAMLÍK, Kl. Truhlářství nábytkové a stavební. In: *Kronika práce, osvěty, průmyslu a nálezův*. Praha: I. L. Kober, 1908.

PÁNEK, Miloš (2015): *Nátěry na dřevo a jejich testování*, FLD-CZU v Praze, 1. Vydání, 111 s. ISBN 978-80-213-2548-7

TAUNTON PRESS. *Finishing wood*. Newtown, CT: Taunton Press, 2017. ISBN 978-1-63186-893-1.

THIELEMANS, W., E. CAN, S. S. MORYE a R. P. WOOL. Novel applications of lignin in composite materials. *Journal of Applied Polymer Science* [online] , 2002. ISSN 0021-8995, 1097-4628.

TIME-LIFE BOOKS. *Wood finishing*. Montreal ; New York: Time-Life Books ; St. Remy Press, 1992. ISBN 978-0-8094-9912-0.

TJOELKER, Mark G, Adam BORATYÉNSKI a Wádysław BUGAÁ. *Biology and ecology of Norway spruce* [online]. Dordrecht: Springer, 2007. ISBN 978-1-4020-4841-8.

TSOUMIS, George T. *Wood as Raw Material: Source, Structure, Chemical Composition, Growth, Degradation and Identification*. [online]. Saint Louis: Elsevier Science, 2014. ISBN 978-1-4831-5952-2.

UNGER, Achim, Arno P SCHNIEWIND a Wibke UNGER. *Conservation of Wood Artifacts: a Handbook* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001. ISBN 978-3-662-06398-9.

UNGER, Achim, Arno P SCHNIEWIND a Wibke UNGER. *Conservation of wood artifacts: a handbook*. Berlin; London: Springer, 2011. ISBN 978-3-642-07480-6.

VIGUÉ, Jordi. *Dřevo od A do Z*. Čestlice: Rebo, 2006. ISBN 978-80-7234-531-1.

WYPYCH, George. *Handbook of UV degradation and stabilization*. 2nd edition. Toronto: ChemTec Publishing, 2015. ISBN 978-1-895198-86-7.

YOUNGS, R. L. *Wood as Raw Material. Source, Structure, Chemical Composition, Growth, Degradation and Identification*. George Tsoumis. Pergamon, New York, 1968. ISSN 0036-8075, 1095-9203.

ČSN EN ISO 15184 (673075) - Nátěrové hmoty - Stanovení tvrdosti nátěru zkouškou tužkami. Praha: Český normalizační institut, 2005. 12 s.

ČSN EN ISO 2409 (67 3074) - Mřížková zkouška . Praha: Český normalizační institut, 2013.

ČSN EN 12 720+A1 Nábytek – Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 16 s.

ČSN 91 0102. Nábytek - Povrchová úprava dřevěného nábytku - Technické požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2006. 8 s.

ČSN EN 15187 (910291) - Nábytek - Hodnocení účinku vystavení světlu. Český normalizační institut, 2007. 16 s.

ČSN EN ISO 2813 (673066) - Nátěrové hmoty - Stanovení čísla lesku při úhlu 20°, 60° a 85°. Praha: Český normalizační institut, 2016. 24 s.

<https://www.q-lab.com/>

<https://glossmeter268.com/gloss-meter-mg268-f2/>

<http://www.anamet.cz/prenosny-spektrofotometr-cm-700600d>

<http://www.hrubkomery.eu/>

9 Seznam tabulek, obrázků, grafů

Tabulka 1: Zastoupení chemických komponent a prvků ve dřevě (Unger et. al., 2001).....	14
Tabulka 2: Polysacharidová kompozice tracheid smrku ztepilého (Higuchi, 1985).....	20
Tabulka 3: Vlastností olejů (Pourny a Renzi, 2014)	27
Tabulka 4: Vlastnosti vosků (Pourny a Renzi, 2014).....	29
Tabulka 5: Vlastnosti šelaku (Pourny a Renzi, 2014).....	31
Tabulka 6: Požadavky na fyzikálně-mechanické vlastnosti nábytku (ČSN 91 0102, 2006).....	35
Tabulka 7: Požadavky na odolnost proti působení studených kapalin podle ČSN EN 12 720 (ČSN 91 0102, 2006).....	36
Tabulka 8: Nastavení xenonové komory pro test stárnutí	42
Tabulka 9: vlastnosti leskoměru (https://glossmeter268.com/gloss-meter-mg268-f2/)	45
Tabulka 10: Rozlišení lesku podle Pánka (2015).....	46
Tabulka 11: Vlastnosti využitého spektrofotometru (http://www.anamet.cz/prenosny-spektrofotometr-cm-700600d).....	47
Tabulka 12: Rozsah barevné diference ΔE^* (Pánek, 2015).....	49
Tabulka 13: Tabulka pro vbyhodnocení přilnavosti mřížkovou zkouškou (Liptáková, 2001).....	51
Obrázek 1: UV asborpční spektrum ligninu (Rabek, 1995).....	18
Obrázek 2: Tvorba karbonylu při fotooxidaci celulózy (Reinprecht, 2008) ...	20
Obrázek 3: UV asborpční spektrum celulózového filmu (Rábek, 1995).....	21
Obrázek 4: Rozdělení a označení zkušebních těles na varianty a jednotlivé sady vzorků.....	32
Obrázek 5: Stará tělesa SS1 před aplikacemi povrchových úprav.....	33
Obrázek 6: Stará tělesa SS2 před aplikacemi povrchových úprav.....	33
Obrázek 7: Nová tělesa NS před aplikacemi povrchových úprav.....	34
Obrázek 8: Hermann Sachse Hartöl	37
Obrázek 9: Aplikovaný olej na (shora) NS, SS1, SS2.....	37
Obrázek 10: Antický vosk Hermann Sachse Möbelwachs	38

Obrázek 11: Aplikovaný vosk na (shora) NS, SS1, SS2	38
Obrázek 12: Schellack Politur Astrein Superblond Herman Sachse a polná	39
Obrázek 13: Aplikovaný šelak na (shora) NS, SS1, SS2	39
Obrázek 14: Display leskoměru po naměření hodnot	43
Obrázek 15: Přiložení leskoměru rovnoběžně s vlákny vzorku	43
Obrázek 16: Naměřené hodnoty spektrofotometru	43
Obrázek 17: Přiložení spektrofotometru ke vzorku	43
Obrázek 18: Rozložení zkušebních těles před zahájením umělého zestažení v komoře	44
Obrázek 19: Xenonová komora Q-SUN XE-3	44
Obrázek 20: Leskoměr Gloss Meter – MG268-F2	45
Obrázek 21: Ruční spektrofotometr KONICA MINOLTACM-600d	47
Obrázek 22: Souřadnicový systém kalorimetrických hodnot L, a, b (https://web.archive.org/web/20170720105800/http://fotoroman.cz/glossary/3_lab.htm)	48
Obrázek 23: Kvádr TQC ro tužkový test změny tvrdosti	50
Obrázek 24: Zkoušky přilnavosti a tvrdosti nátěrů na šelakových tělesech z NS	51
Obrázek 25: Jedna ze soustav žiletek pro testování přilnavosti nátěrů	52
Obrázek 26: Aplikace studené vody na zkušební tělesa	53
Obrázek 27: PET víčka pro test působení vody	53
Obrázek 28: Působení vlhkosti na šelakové vzorky (nalevo zestařeno 240 h předem v xenonové komoře, napravo nikoliv)	63
Graf 1: Průběžné celkové barevné změny referenčních vzorků po stárnutí v xenonové komoře	54
Graf 2: Průběžné celkové barevné změny olejovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře	55
Graf 3: Průběžné celkové barevné změny voskovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře	56
Graf 4: Průběžné celkové barevné změny šelakových vzorků po stárnutí v xenonové komoře	57
Graf 5: Průběžné změny lesku referenčních vzorků po stárnutí v xenonové komoře	58

Graf 6: Průběžné změny lesku olejovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře.....	58
Graf 7: Průběžné změny lesku voskovaných vzorků po stárnutí v xenonové komoře.....	59
Graf 8: Průběžné změny lesku ršelakových vzorků po stárnutí v xenonové komoře.....	60
Graf 9: Celková barevná změna referenčních vzorků po 24 h působení vody.....	61
Graf 10: Celková barevná změna olejovaných vzorků po 24 h působení vody.....	61
Graf 11: Celková barevná změna voskovaných vzorků po 24 h působení vody.....	61
Graf 12: Celková barevná změna šelakových vzorků po 24 h působení vody.....	62
Graf 13: Srovnání všech sad po mřížkové zkoušce přilnavosti nátěru.....	63
Graf 14: Porovnání celkových barevných změn po 240 h všech sad využitých v umělém stárnutí xenotestem.....	64
Graf 15: Porovnání změn lesku před a po 240 h všech sad využitých v umělém stárnutí xenotestem.....	65
Graf 16: Celková barevná změna vzorků, které nebyly uměle zestařeny, po 24 h působení vody.....	65
Graf 17: Celková barevná změna vzorků, které byly uměle zestařeny, po 24 h působení vody.....	66

10 Seznam příloh

Příloha 1: Průměrné hodnoty referenčních těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů

Příloha 2: Průměrné hodnoty olejovaných těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů

Příloha 3: Průměrné hodnoty voskovaných těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů

Příloha 4: Průměrné hodnoty šelakových těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů

Příloha 5: Změna lesku po 24 h působení vody u referenčních uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles

Příloha 6: Změna lesku po 24 h působení vody u olejovaných uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles

Příloha 7: Změna lesku po 24 h působení vody u voskovaných uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles

Příloha 8: Změna lesku po 24 h působení vody u šelakových uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles

Příloha 9: HSD Tukey test; celková změna barvy po 240 h v xenotestu

Příloha 10: HSD Tukey test; změna lesku po 240 h v xenotestu

Příloha 11: HSD Tukey test; barevná změna u uměle nezestařených těles po působení vody

Příloha 12: HSD Tukey test; barevná změna u uměle zestařených těles po působení vody

Příloha 13: HSD Tukey test; změna lesku u uměle nezestařených těles po působení vody

Příloha 14: HSD Tukey test; změna lesku u uměle zestařených těles po působení vody

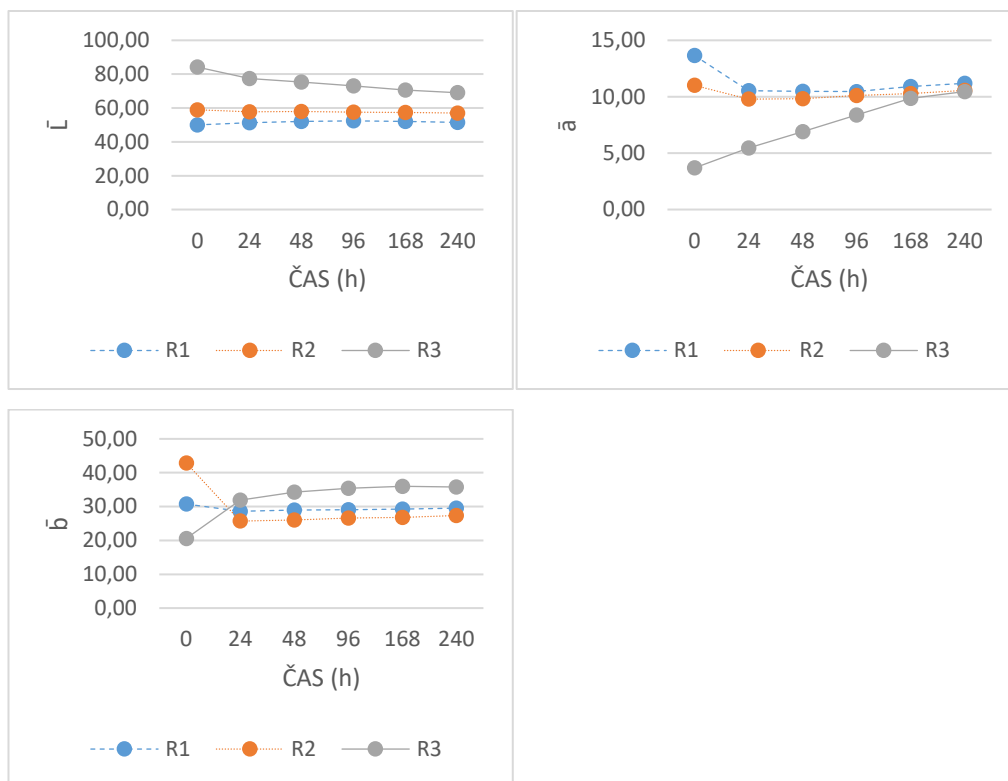
Příloha 15: Technický list trvého oleje

Příloha 16: Technický list antického vosku

Příloha 17: Technický list šelakové politory

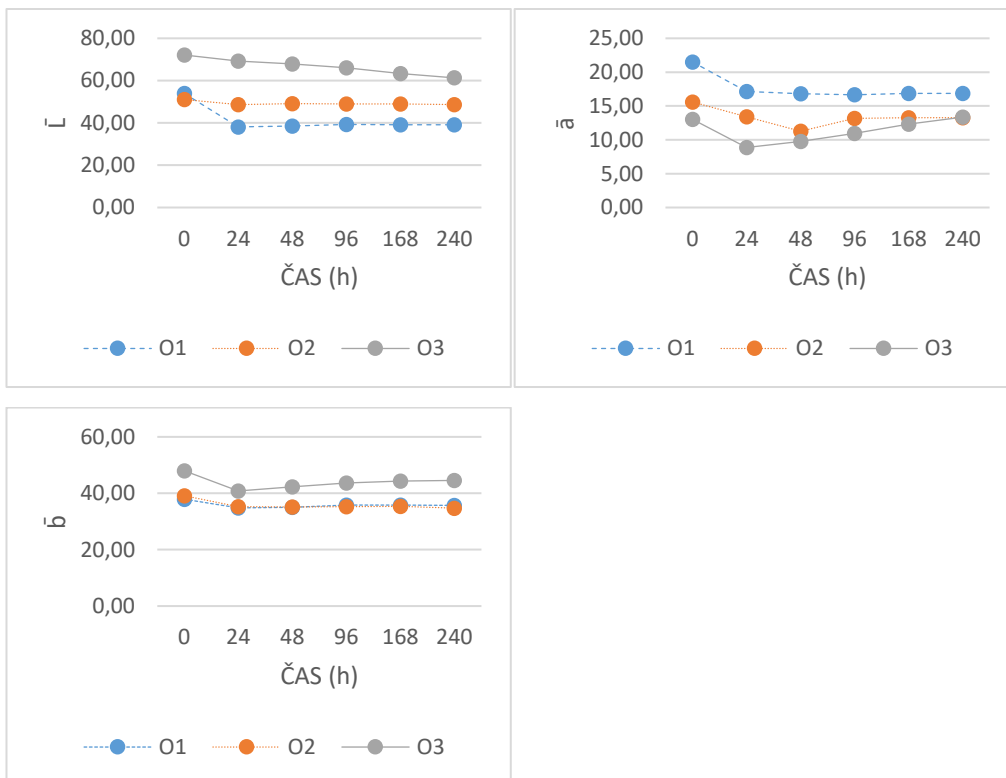
11 Přílohy

Příloha 1: Průměrné hodnoty referenčních těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů



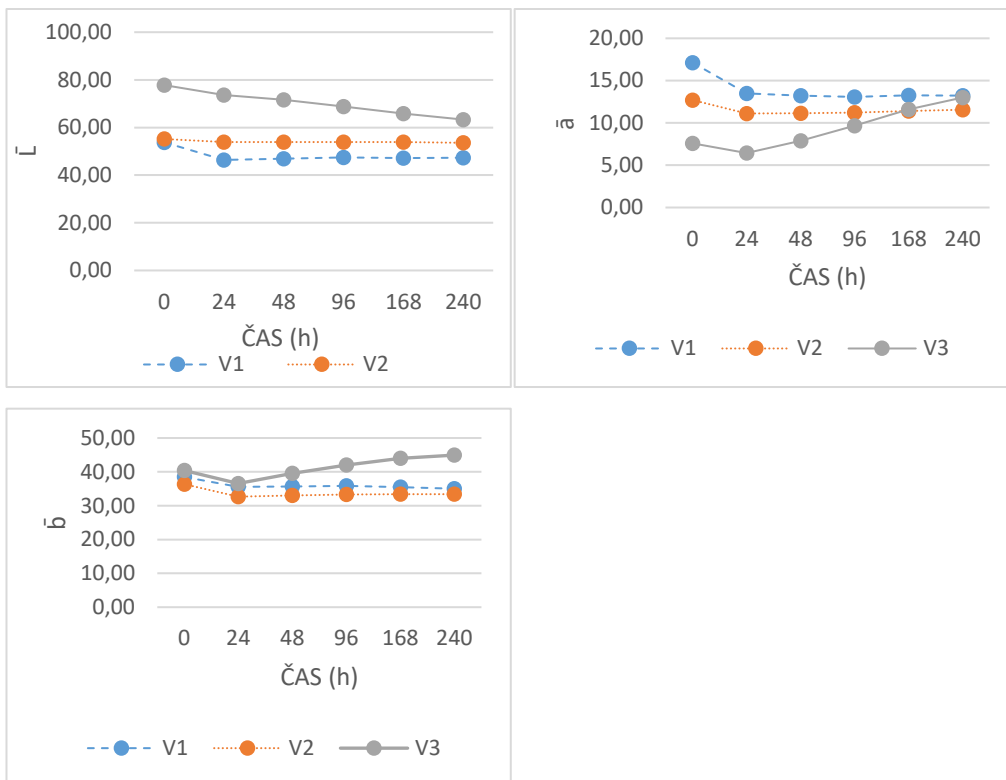
			R1	R2	R3
ČAS STÁRNUTÍ (h)	b	0	30,75	42,87	20,60
		24	28,61	25,71	31,91
		48	28,96	26,02	34,28
		96	29,09	26,59	35,37
		168	29,26	26,80	35,99
		240	29,53	27,36	35,81
	a	0	13,66	11,01	3,69
		24	10,55	9,79	5,45
		48	10,48	9,83	6,91
		96	10,46	10,12	8,38
		168	10,91	10,29	9,86
		240	11,18	10,56	10,46
	L	0	50,02	58,97	84,18
		24	51,37	57,81	77,39
		48	52,16	57,86	75,34
		96	52,40	57,64	73,01
		168	51,98	57,37	70,57
		240	51,48	57,03	69,04

Příloha 2: Průměrné hodnoty olejovaných těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů



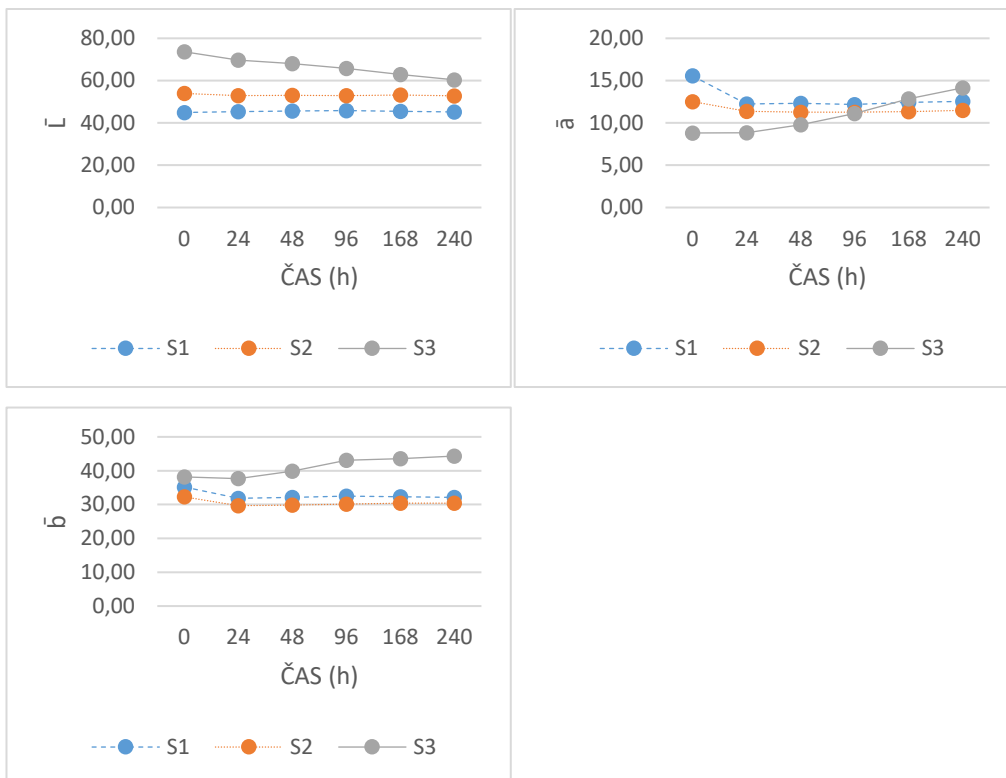
		ČAS STÁRNUTÍ (h)			
		O1	O2	O3	
ČAS STÁRNUTÍ (h)	b	0	37,89	39,13	47,98
		24	34,82	35,28	40,82
		48	35,07	35,18	42,34
		96	35,82	35,27	43,63
		168	35,81	35,38	44,38
		240	35,72	34,73	44,57
	a	0	21,51	15,60	13,05
		24	17,14	13,40	8,87
		48	16,80	11,27	9,79
		96	16,66	13,17	10,95
		168	16,88	13,27	12,34
		240	16,86	13,27	13,35
	L	0	53,92	51,05	72,11
		24	38,13	48,73	69,24
		48	38,60	49,08	67,82
		96	39,29	48,98	66,03
		168	39,07	48,91	63,38
		240	39,12	48,69	61,30

Příloha 3: Průměrné hodnoty voskovaných těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů



		VZOREK			
		V1	V2	V3	
ČAS STÁRNUTÍ (h)	b	0	38,48	36,36	40,44
		24	35,53	32,67	36,56
		48	35,67	32,99	39,53
		96	35,81	33,28	42,00
		168	35,48	33,40	43,97
		240	35,02	33,37	44,95
	a	0	17,14	12,70	7,60
		24	13,50	11,12	6,44
		48	13,21	11,15	7,89
		96	13,08	11,22	9,67
		168	13,25	11,40	11,59
		240	13,21	11,55	13,00
	L	0	53,77	55,17	77,79
		24	46,39	53,86	73,69
		48	46,89	53,84	71,64
		96	47,41	53,94	68,79
		168	47,18	53,86	65,81
		240	47,34	53,57	63,32

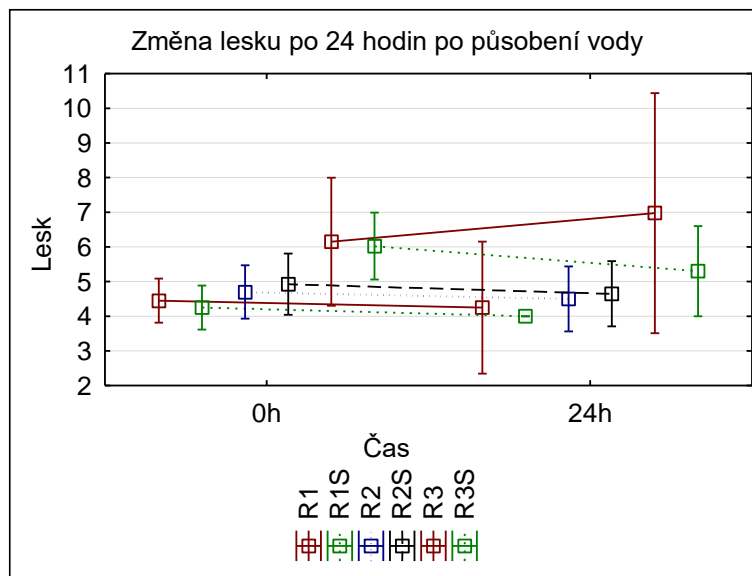
Příloha 4: Průměrné hodnoty šelakových těles, měnící se v čase umělého stárnutí, L, a, b a jejich zanesení do grafů



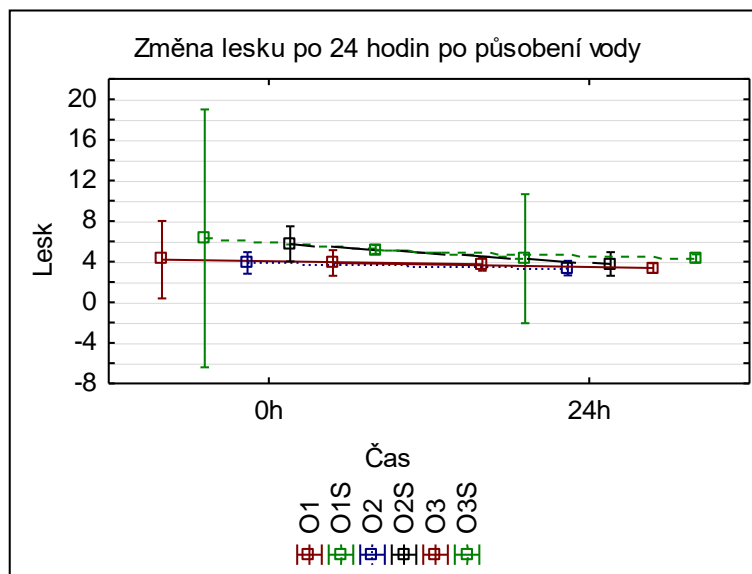
VZOREK

		S1	S2	S3	
ČAS STÁRNUTÍ (h)	b	0	35,18	32,27	38,20
		24	31,85	29,67	37,66
		48	32,14	29,87	39,90
		96	32,46	30,14	43,06
		168	32,33	30,40	43,61
		240	32,10	30,45	44,33
	a	0	15,56	12,52	8,81
		24	12,24	11,37	8,82
		48	12,33	11,27	9,77
		96	12,18	11,27	11,11
		168	12,42	11,32	12,84
		240	12,55	11,49	14,14
	L	0	44,94	53,93	73,64
		24	45,31	52,87	69,66
		48	45,59	53,06	68,08
		96	45,84	52,97	65,70
		168	45,41	53,20	62,86
		240	45,16	52,80	60,38

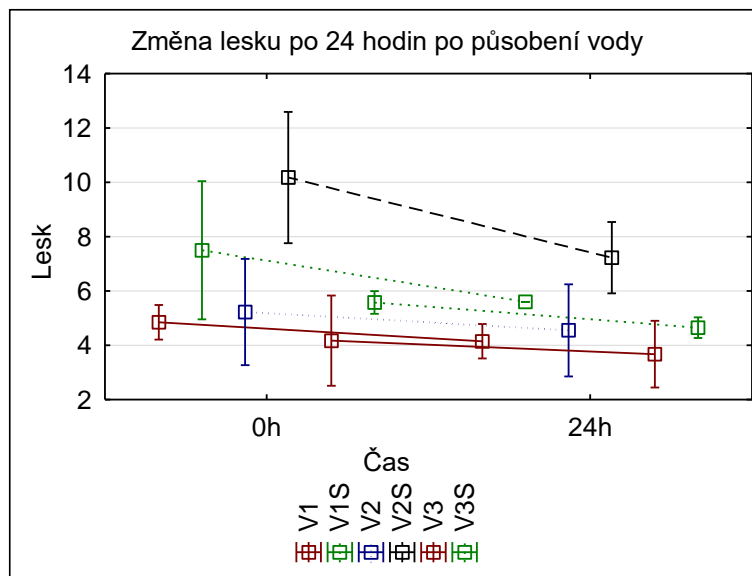
Příloha 5: Změna lesku po 24 h působení vody u referenčních uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles



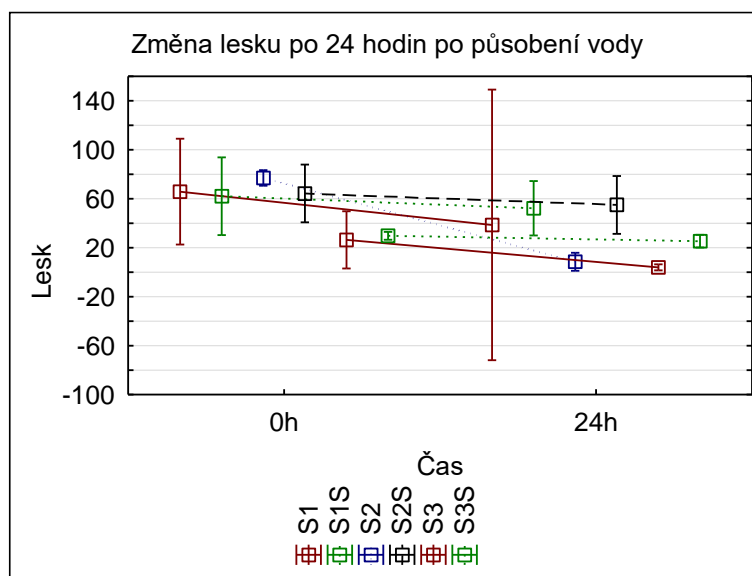
Příloha 6: Změna lesku po 24 h působení vody u olejovaných uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles



Příloha 7: Změna lesku po 24 h působení vody u voskovaných uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles



Příloha 8: Změna lesku po 24 h působení vody u šelakových uměle zestárnutých (S) i nezestárnutých těles



Příloha 9: HSD Tukey test; celková změna barvy po 240 h v xenotestu

Příloha 10: HSD Tukey test; změna lesku po 240 h v xenotestu

Tukeyův HSD test; dE; zestárnutí sad po 240 hod.													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R1240hodin	3,1512	2,2566	22,513	5,2900	5,0993	11,579	5,5125	2,8052	16,129	4,4227	2,6766	15,593
2	R2240hodin	0,643831	0,643831	0,000124	0,000343	0,001320	0,000124	0,000146	0,999670	0,000124	0,144762	0,994013	0,000124
3	R3240hodin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,980689	0,000124	0,000297	0,997958	0,000124
4	O1240hodin	0,000343	0,000124	0,000124	0,000124	0,999999	0,000124	0,999996	0,000124	0,000124	0,686517	0,000125	0,000124
5	O2240hodin	0,001320	0,000124	0,000124	0,999999	0,000124	0,000124	0,998238	0,000168	0,000124	0,916012	0,000135	0,000124
6	O3240hodin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124
7	V1240hodin	0,000146	0,000124	0,000124	0,999996	0,998238	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,340390	0,000124	0,000124
8	V2240hodin	0,999670	0,980689	0,000124	0,000130	0,000168	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,016220	1,000000	0,000124
9	V3240hodin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,983896
10	S1240hodin	0,144762	0,000297	0,000124	0,686517	0,916012	0,000124	0,340390	0,016220	0,000124	0,000252	0,006252	0,000124
11	S2240hodin	0,994013	0,997958	0,000124	0,000125	0,000135	0,000124	0,000124	1,000000	0,000124	0,000252	0,006252	0,000124
12	S3240hodin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,983896	0,000124	0,000124	0,000124

Tukeyův HSD test; lesk; zestárnutí sad po 240 hod.													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R1240hodin	4,7625	4,4625	6,9250	4,4250	3,7000	4,0625	4,2375	5,1125	4,7250	70,175	70,875	27,563
2	R2240hodin	1,000000	1,000000	0,998892	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
3	R3240hodin	0,998892	0,996405	0,996405	0,995893	0,968493	0,987309	0,992406	0,999795	0,998704	0,000124	0,000124	0,000124
4	O1240hodin	1,000000	1,000000	0,995893	0,995893	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
5	O2240hodin	0,999999	1,000000	0,968493	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999983	0,999999	0,000124	0,000124	0,000124
6	O3240hodin	1,000000	1,000000	0,987309	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
7	V1240hVdin	1,000000	1,000000	0,992406	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
8	V2240hVdin	1,000000	1,000000	0,999795	1,000000	0,999983	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
9	V3240hVdin	1,000000	1,000000	0,998704	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000124	0,000124	0,000124
10	S1240hSdin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	1,000000	1,000000	0,000124
11	S2240hSdin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	1,000000	1,000000	0,000124
12	S3240hSdin	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124	0,000124

Příloha 11: HSD Tukey test; barevná změna u uměle nezestařených těles po působení vody

Příloha 12: HSD Tukey test; barevná změna u uměle zestařených těles po působení vody

Tukeyův HSD test; dE; nezestárlé sady po působení vody													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R124h	5,0119	3,3196	3,1378	4,9944	4,4435	3,3222	3,8349	4,9594	2,5493	7,3059	15,908	13,348
2	R224h	0,999964	0,999902	1,000000	0,99968	1,000000	0,99965	1,000000	1,000000	0,998674	0,999929	0,007168	0,102743
3	R324h	1,000000	1,000000	0,999968	0,999942	1,000000	1,000000	1,000000	0,997888	0,999999	0,937803	0,000123	0,000130
4	O124h	0,999902	1,000000	0,999910	0,999749	1,000000	0,99968	1,000000	0,994682	1,000000	0,917258	0,000123	0,000127
5	O224h	1,000000	0,999942	0,999749	1,000000	0,999943	0,999943	1,000000	1,000000	0,992632	0,994961	0,000123	0,000227
6	O324h	0,999965	1,000000	1,000000	0,999968	0,999943	1,000000	1,000000	0,997919	0,999999	0,938075	0,000123	0,000130
7	V124h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	0,999999	0,996489	0,996489	0,001809	0,032919
8	V224h	1,000000	0,997888	0,994682	1,000000	1,000000	0,997919	0,999999	0,954033	0,954033	0,999164	0,000123	0,000475
9	V324h	0,998674	0,999999	1,000000	0,998757	0,992632	0,999999	0,999998	0,954033	0,823456	0,823456	0,000123	0,000124
10	S124h	0,999929	0,937803	0,917258	0,999923	0,994961	0,938075	0,996489	0,999164	0,823456	0,823456	0,000123	0,516650
11	S224h	0,007168	0,000123	0,000123	0,007025	0,000123	0,000123	0,001809	0,000123	0,000123	0,000123	0,080672	0,931285
12	S324h	0,102743	0,000130	0,000127	0,101154	0,000227	0,000130	0,032919	0,000475	0,000124	0,516650	0,931285	

Tukeyův HSD test; dE; zestárlé sady po působení vody													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R1s24h	1,5752	1,6738	1,1405	1,8079	3,2701	10,946	3,9961	1,5079	6,8612	8,9695	7,0847	2,0784
2	R2s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,982719	0,000123	0,957909	1,000000	0,012741	0,003585	0,007731	1,000000
3	R3s24h	1,000000	0,999971	0,999971	1,000000	0,781554	0,000123	0,858448	1,000000	0,000127	0,000194	0,000124	0,999998
4	O1s24h	1,000000	1,000000	0,999997	0,999997	0,376061	0,000123	0,626331	0,999999	0,000123	0,000137	0,000123	0,994112
5	O2s24h	0,982719	0,781554	0,376061	0,994771	0,994771	0,000123	0,979797	1,000000	0,021074	0,005466	0,012998	1,000000
6	O3s24h	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,999994	0,660659	0,005266	0,005014	0,002331	0,962262
7	V1s24h	0,957909	0,858448	0,626331	0,979797	0,999994	0,000318	0,796336	0,796336	0,621612	0,171732	0,509116	0,957312
8	V2s24h	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	0,660659	0,000123	0,796336	0,660659	0,000125	0,000125	0,000123	0,999943
9	V3s24h	0,012741	0,000127	0,000123	0,021074	0,005266	0,000861	0,621612	0,000125	0,920116	0,920116	1,000000	0,000155
10	S1s24h	0,003585	0,000194	0,000137	0,005466	0,005014	0,947563	0,171732	0,000166	0,920116	0,920116	0,962189	0,000351
11	S2s24h	0,007731	0,000124	0,000123	0,012998	0,002331	0,001970	0,509116	0,000123	1,000000	0,962189	0,000351	0,000134
12	S3s24h	1,000000	0,999998	0,994112	1,000000	0,962262	0,000123	0,957312	0,999943	0,000155	0,000351	0,000134	

Příloha 13: HSD Tukey test; změna lesku u uměle nezestařených těles po působení vody

Příloha 14: HSD Tukey test; změna lesku u uměle zestařených těles po působení vody

Tukeyův HSD test; lesk; nezestárlé sady po působení vody													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R124h	4.2500	1,000000	0,993877	1,000000	3,3750	3,3750	4,1500	4,5500	3,6750	0,000137	8,5250	3,9250
2	R224h	1,000000	1,000000	0,985788	1,000000	0,999990	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000137	0,731367	1,000000
3	R324h	0,993877	0,985788	0,977441	0,977441	0,840957	0,840957	0,991806	0,987846	0,901096	0,000137	0,999758	0,938631
4	O124h	1,000000	1,000000	0,977441	0,977441	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000137	0,766399	1,000000
5	O224h	1,000000	0,999990	0,840957	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999984	1,000000	0,000137	0,395864	1,000000
6	O324h	1,000000	0,999990	0,840957	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999984	1,000000	0,000137	0,395864	1,000000
7	V124h	1,000000	1,000000	0,991806	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000137	0,847198	1,000000
8	V224h	1,000000	1,000000	0,987846	1,000000	0,999984	0,999984	1,000000	1,000000	0,999999	0,000137	0,745451	1,000000
9	V324h	1,000000	1,000000	0,901096	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	0,000137	0,482164	1,000000
10	S124h	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137
11	S224h	0,864749	0,731367	0,999758	0,766399	0,395864	0,395864	0,847198	0,745451	0,482164	0,000137	0,000137	0,558017
12	S324h	1,000000	1,000000	0,938631	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000137	0,558017	0,558017

Tukeyův HSD test; lesk; zestařené sady po působení vody													
Č. buňky	Vzorek	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	R1s24h	4.0000	4,6500	5,3000	4,3000	3,7750	4,3250	5,6000	7,2250	4,6500	52,250	54,975	25,375
2	R2s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999768	1,000000	0,000137	0,000137	0,001852
3	R3s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,999813	1,000000	0,000137	0,000137	0,000271
4	O1s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999989	1,000000	0,000137	0,000137	0,000361
5	O2s24h	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999909	1,000000	0,000137	0,000137	0,002196
6	O3s24h	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	0,997275	1,000000	0,000137	0,000137	0,000205
7	V1s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999427	1,000000	0,000137	0,000137	0,000241
8	V2s24h	0,999768	0,999813	0,999989	0,999909	0,997275	0,999427	1,000000	1,000000	1,000000	0,000137	0,000137	0,004654
9	V3s24h	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999813	0,999813	0,000137	0,000137	0,001154
10	S1s24h	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000271
11	S2s24h	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,000137	0,999955	0,000184
12	S3s24h	0,001852	0,000271	0,000361	0,002196	0,000205	0,000241	0,004654	0,001154	0,000271	0,000184	0,999955	0,000137

Příloha 15: Technický list trvého oleje

TECHNICKÝ LIST Hermann Sachse Hartol - Tvrdý olej (775)

Vlastnosti výrobku

Tvrdý olej HS je vhodný pro všechny dřevěné povrchy v interiéru, které jsou vystaveny silnému mechanickému namáhání. Jedná se o olej, který zvýrazní strukturu dřeva a proniká do hloubky dřeva. Tento čistě přírodní olej bez příměsí chemických látek je vhodný pro ošetření dřevěných kuchyňských desek, pracovních desek, desek stolů, polic, regálů, je vhodný také na všechny typy dřevěných nelakovaných podlah, schodů a dřevěných polotovarů. Ošetřený povrch silně odpuzuje vodu, ale zůstávají přirozené vlastnosti dřeva.

Barevný odstín

Olej je bezbarvý s lehkým barveným medovým tónem, zvýrazní a oživí strukturu (vládr) dřeva, má hedvábný lesk, jehož intenzita se může měnit na typu dřeva.

Prostředky pro nanášení oleje

Olej se nanáší přírodní nebarvenou (bílou) textilní tkaninou bez chlupů nebo štětcem.

Příprava povrchu

Dřevěný povrch musí být suchý, zbaven prachu a mastnoty. Před nanášením oleje je důležité povrch jemně přebrousit smrkovým papírem. Čím je brus jemnější, tím bude povrch hladší. Pro neopracované dřevo doporučujeme broušení po směru vládr dřeva postupně smrkovými papíry o zrnitosti 180 až 320. Pro docílení hladkého povrchu se pokračuje broušením papíry o zrnitosti 320 až 600, těmito brusnými papíry se tako začíná brousit i již opracované dřevo.

Způsob použití

Naneste olej textilní tkaninou nebo štětcem na dřevěný povrch a nechte takto olej působit, aby se olej vsákl do dřeva. Po 30 minutách se musí přebytečný tvrdý olej odstranit textilní tkaninou nebo gumovou stěrkou, jinak by byl povrch lepkavý! Poté vtírejte tkaninou olej do povrchu. Při vtírání oleje věnujte opět pozornost úplnému odstranění přebytečného oleje z plochy, jinak vzniknou lesklá, respektive lepkavá místa! Po 15 minutách lze celý proces nanášení oleje opakovat. Před nanesením další vrstvy oleje nejprve plochu jemně přebrousíte jemným abrazivním rounem (tkaninou), aby se odstranila zvednutá vlákna dřeva. Tím se dosáhne stejný rovnoměrný hedvábný povrch. Povrch je plně použitelný po 7 až 10 dnech a do této doby se nesmí olejovaný povrch čistit vodou.

Teplota zpracování

Teplota zpracování je 10 °C až 30 °C, max. 85% relativní vlhkost. Optimální podmínky zpracování jsou: 20 - 23 °C, relativní vlhkost 50 - 65 %, vlhkost dřeva max. 12% u listnatých dřevin, 15% u jehličnatých dřevin. Při práci nevystavujte povrch přímému slunečnímu záření, vlhkosti a prašnému prostředí.

Spotřeba

Spotřeba oleje je závislá na druhu dřeva. Průměrně lze s 500 ml oleje ošetřit 3 až 8 m². U velmi savých druhů dřeva se zvyšuje výrazně spotřeba (3x až 4x) a doporučuje v tomto případě provést olejování dvakrát.

Doba schnutí/vytvrdnutí

Při 20 °C a rel. vlhkosti 65% se olej vsákně do dřeva za 10 — 30 minut. Odolnost vůči prachu je cca. po 10 hodinách. Povrch je znovu opracovatelný po 24. hodinách. Konečné vytvrdnutí oleje je po 2 až 4 týdnech. Během této doby plochu nezatěžujte a nevystavujte ji styku s vodou a vlhkostí. Výsledné technické vlastnosti výrobku mohou negativně během tvrdnutí ovlivnit následující nežádoucí vlivy: tekutiny, voda (i krátkodobě), vysoká vlhkost, nízké teploty, vysoký nebo žádný proud vzduchu. Schnutí respektive vytvrdnutí oleje probíhá oxidací, tedy reakcí se vzduchem a je typické zápachem oleje, proto je vhodné během tohoto období interiér častěji větrat, aby došlo k výměně vzduchu.

10/2018

Čištění a ošetrování olejovaného povrchu

Povrch lze stírat přírodní textilii namočené ve vlažné vodě. Nepoužívejte k čištění abrazivní textilie (žádné umělé hadry, mikrotučky atd.) Při znečištěném povrchu lze použít čistič na olejované povrchy.

Následná regenerace

Povrch lze následně obnovit Tvrdým olejem HS nebo antickým voskem HS. Pravidelné obnovování olejovaného povrchu lze doporučit, aby byly vlastnosti povrchu po celý čas stále stejné. Interval pravidelné obnovy povrchu je závislý na namáhání povrchu.

Upozornění / Bezpečnostní pokyny:!

Hadry, které byly namočené v oleji, se mohou samovznítit!!! Hadry po použití vyperte ve vodě a nechte rozložené uschnout na nehořlavé podložce, poté hadry skladujte v uzavřené nádobě bez přístupu vzduchu např. skleněná nádoba s uzávěrem. Zmačkané hadry nasáknuté olejem nikdy nevhazujte do koše nebo popelnice! Použité štětce vymyjte vodou. U samotného tvrdého oleje nehrozí samovznícení.

Bezpečnostní pokyny

Výrobek skladujte uzavřený v původním obalu. Nevylévejte do kanalizace. Prázdné obaly jsou určeny k recyklaci. Zbytky olejů a kontaminované předměty odevzdávejte ve sběrnách nebezpečného odpadu. Pro práci používejte běžné ochranné prostředky kůže (rukavice) a při práci větrejte. Výrobek chraňte před otevřeným ohněm a jiskrami. Pro čištění nástrojů lze použít terpentýn.

Skladování

Při 18 °C v uzavřeném originálním obalu, v suchu. Min. doba skladovatelnosti je 12 měsíců. Skladujte mimo dosah dětí.

Upozornění

Výrobky jsou určeny pro profesionální použití, kde je předpoklad základních znalostí povrchových úprav dřeva a výrobků, např. mořidel, olejů, vosků, klišu atd. Návod výrobce jsou nezávazná doporučení, která vycházejí z mnohaleté praxe a zkušeností.

Dovozce do České republiky:
CZECH KÓNIG, s.r.o.
Dřevařská 491
500 03 Hradec Králové
Tel./Fax: +420 493 034 118

373 272

E-mail: info@czech-konig.com
Web: www.czech-konig.com

Vyloučení odpovědnosti: Informace obsažené v prohlášení o vlastnostech a léto prezentaci jsou uvedeny v dobré víře a jsou považovány za přesné k datu vydání tohoto dokumentu. Bez ohledu na jakékoli určené použití specifikované v tomto dokumentu z důvodu odlišných podmínek použití uživatel i nadále odpovědný za zajištění vhodnosti výrobku pro zamýšlené použití a aplikaci a splnění zákonných požadavků. Společnost CZECH KÓNIG, s.r.o. proto neposkytuje žádnou výslovnou nebo předpokládanou záruku, pokud jde o vhodnost výrobku pro jakýkoli specifický účel. Tyto informace by neměly být chápány jako právní stanovisko. Prodej výrobku se řídí příslušnými podmínkami prodeje. Uživatel by se měl řídit informacemi, které jsou uvedeny v bezpečnostním listu a veškerých uživatelských příručkách souvisejících s používáním výro b ku.

10/2018

Příloha 16: Technický list antického vosku

TECHNICKÝ LIST Hermann Sachse Möbelwachs – Antický vosk na nábytek (772)

Vlastnosti výrobku

Přírodní vosk bez rozpouštědel na bázi včelího a carnauba vosku pro přirozenou ochranu povrchu dřevěného nábytku. Vytváří lesklý ochranný film odpuzující nečistoty, působí antistaticky, chrání před nežádoucím vysoušením a před vlhkostí. Vosk se jednoduše nanáší a nahrazuje veškeré leštěnky. Chrání Váš nábytek a propůjčuje mu přirozenou krásu. Vosk lze použít na surové dřevo, voskované nebo olejované dřevo, na dřevo s lazurou (na alkoholové bázi). Pozor, u povrchů ošetřených lazurou na vodní bázi může docházet při použití vosku k odstraňování barevné lazury! Snášenlivost vosku s povrchem nejprve vyzkoušejte na méně viditelném místě!

Složení výrobku

Včelí vosk, přírodní Karnaubský vosk (Carnauba wax), lněný olej
Složení vosku je na přírodní bázi a neobsahuje žádné syntetické chemikálie a rozpouštědla.

Způsob použití

Povrch musí být před aplikací suchý a očištěný od mastnot a prachu. Antický vosk naneste bezbarvou měkkou přírodní textilií v tenké rovnoměrné vrstvě na povrch nábytku. Cca. po 5 hodinách vyleštíte čistou bezbarvou přírodní textilií povrch nábytku aby bylo dosaženo požadovaného lesku. Lze nanést postupně i více tenkých vrstev vosku. Ochranná funkce vosku se vytvoří na povrchu nábytku až po několika dnech, po tuto dobu nečistěte povrchu prostředky na bázi vody a zamezte styku povrchu s vodou. Následně lze povrch nábytku čistit lehce navlhčenou prachovkou. Po nějaké době je vhodné opět nábytek ošetřit antickým voskem. Frekvence ošetření voskem závisí na typu dřeva, použití a namáhání povrchu.

Nezávazná doporučení

Před nanesením vosku lze provést impregnaci dřeva pro lepší ochranu dřeva před vodou a prachem výrobkem Tvrdý olej Hartöl. Pozor, při použití Tvrdého oleje dojde k zvýraznění struktury (vládnů) dřeva a ztmavení dřeva. Pokud chcete zachovat stávající světlejší tón dřeva, tak použijte přímo vosk bez impregnace Tvrdým olejem. Před voskování nejprve lehce přebruste surové dřevo, čím jemnější je brus, tím bude povrch hladší. Při opracování surového dřeva použijte postupně smírkový papír o zrnitosti 180 až 320. Při ošetření nábytku s povrchovou úpravou se broušení smírkovým papírem neprovádí.

Upozornění

Výrobky jsou určeny pro profesionální použití, kde je předpoklad základních znalostí povrchových úprav dřeva a výrobků, např. mořidel, olejů, vosků, klíhu atd. Návod výrobce jsou nezávazná doporučení, která vycházejí z mnohaleté praxe a zkušeností.

Bezpečnostní pokyny

Uchovávejte mimo dosah dětí.

Technická data

Doba skladování: minimálně 2 roky (v uzavřeném obalu a při pokojové teplotě)
Obsah: 50 ml, 100 ml

07/2017

Dovozce do České republiky:
CZECH KÖNIG, s.r.o.
Dřevařská 491
500 03 Hradec Králové
Tel./Fax: +420 493 034 118
Tel.: +420 776 003 089, +420 728 373 272
E-mail: info@czech-konig.com
Web: www.czech-konig.com

Vyloučení odpovědnosti: Informace obsažené v prohlášení o vlastnostech a této prezentaci jsou uvedeny v dobré víře a jsou považovány za přesné k datu vydání tohoto dokumentu. Bez ohledu na jakékoli určené použití specifikované v tomto dokumentu je z důvodu odlišných podmínek použití uživatel i nadále odpovědný za zajištění vhodnosti výrobku pro zamýšlené použití a aplikaci a splnění zákonných požadavků. Společnost CZECH KÖNIG, s.r.o. proto neposkytuje žádnou výslovnou nebo předpokládanou záruku, pokud jde o vhodnost výrobku pro jakýkoli specifický účel. Tyto informace by neměly být chápány jako právní stanovisko. Prodej výrobku se řídí příslušnými podmínkami prodeje. Uživatel by se měl řídit informacemi, které jsou uvedeny v bezpečnostním listu a veškerých uživatelských příručkách souvisejících s používáním výrobku.

07/2017

Příloha 17: Technický list šelakové politury

TECHNICKÝ LIST Hermann Sachse Schellack Politur Astrein – Šelaková politura bezbarvá (756-2)

Vlastnosti výrobku

Šelaková bezbarvá politura na bázi přírodních pojiv bez vosku pro restaurování starožitného nábytku a akustických hudebních nástrojů.

Způsob použití

Lakovaný povrch musí být před aplikací suchý a očištěný od mastnot a prachu. Před nanesením politury je důležité nejprve povrch přebrousit. Čím jemnější je brus, tím bude lakový povrch hladší. Vhodný je postupný brus papírem od zrnitosti 180 až po 1000. Pro renovaci staršího povrchu laku je vhodné provádět broušení brusným papírem spolu s bezbarvým brusným olejem, aby se nevytvářel brusný prach na povrchu, který by mohl později narušit nanášení šelakové politury. V případě surového dřeva lze použít také pro broušení červený brusný olej, pro ztmavení dřeva. Naneste šelakovou polituru na tampón (polnou) a krouživými pohyby nanásejte polituru na povrch. Šelakovou polituru lze ředit ředidlem na polituru na bázi alkoholu. Při nanášení politury tampónem se doporučuje k usnadnění kluzu lešticího tampónu nakapat na něj několik kapek lešticího oleje.

Upozornění

Výrobky jsou určeny pro profesionální použití, kde je předpoklad základních znalostí povrchových úprav dřeva a výrobků, např. mořidel, olejů, vosků, kličů atd. Návod výrobce jsou nezávazná doporučení, která vycházejí z mnohaleté praxe a zkušeností.

Bezpečnostní pokyny

Používejte ochranné rukavice.

Uchovávejte mimo dosah dětí.

Nevdechujte výpary, používejte pouze v dobře větraných prostorách.

Hořlavá kapalina a páry. Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

Přípravek nevylévejte do kanalizace.

Technická data

Doba skladování: minimálně 2 roky (v uzavřeném obalu a při pokojové teplotě)

Obsah: 250 ml, 500 ml nebo 1000 ml

Dovozce do České republiky:

CZECH KÖNIG, s.r.o.

Dřevořádká 491

500 03 Hradec Králové

Tel./Fax: +420 493 034 118

Tel.: +420 776 003 089, +420 728 373 272

E-mail: info@czech-konig.com

Web: www.czech-konig.com

Vyloučení odpovědnosti: Informace obsažené v prohlášení o vlastnostech a této prezentaci jsou uvedeny v dobré víře a jsou považovány za přesné k datu vydání tohoto dokumentu. Bez ohledu na jakékoli určené použití specifikované v tomto dokumentu je z důvodu odlišných podmínek použití uživatel i nadále odpovědný za zajištění vhodnosti výrobku pro zamýšlené použití a aplikaci a splnění zákonných požadavků. Společnost CZECH KÖNIG, s.r.o. proto neposkytuje žádnou výslovnou nebo předpokládanou záruku, pokud jde o vhodnost výrobku pro jakýkoli specifický účel. Tyto informace by neměly být chápány jako právní stanovisko. Prodej výrobku se řídí příslušnými podmínkami prodeje. Uživatel by se měl řídit informacemi, které jsou uvedeny v bezpečnostním listu a veškerých uživatelských příručkách souvisejících s používáním výrobku.

07/2017